

Docket No.: 44319-071

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Kenji IMURA	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: December 12, 2003	:	Examiner:
	:	
For:	:	A CALIBRATION SYSTEM FOR A SPECTRAL LUMINOMETER AND A METHOD FOR
	:	CALIBRATING A SPECTRAL LUMINOMETER

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

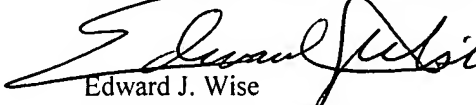
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claim the priority of:

**Japanese Patent Application No. JP 2003-201726, filed on July 25, 2003.**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Edward J. Wise  
Registration No. 34,523

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 EJW:gav  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: December 12, 2003**

44319-071  
Kenji IMURA  
December 11, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

*McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    7 月 2 5 日  
Date of Application:

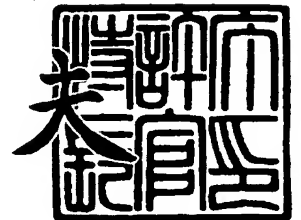
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 2 0 1 7 2 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 2 0 1 7 2 6 ]

出      願      人                      ミノルタ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 4 4 8 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 31714

【提出日】 平成15年 7月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01J 3/00

【発明の名称】 分光輝度計の校正システム

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル  
ミノルタ株式会社内

【氏名】 井村 健二

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067828

【弁理士】

【氏名又は名称】 小谷 悦司

【選任した代理人】

【識別番号】 100075409

【弁理士】

【氏名又は名称】 植木 久一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096150

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 孝夫

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 012472**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9716118**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分光輝度計の校正システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 既知の輝線波長の輝線を出力する校正用光源と、

入射される光を波長に応じて分散した光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する光電変換素子が配列されてなる受光部を備え、前記校正用光源の輝線出力を測定する被校正分光輝度計と、

前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の輝線出力を測定した場合に、前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部の相対出力から前記輝線出力の波長を推定し、推定した前記輝線出力の波長と前記既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して前記被校正分光輝度計を波長校正する波長校正部とを備えることを特徴とする分光輝度計の校正システム。

【請求項 2】 前記被校正分光輝度計は、前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部からの出力比と、前記輝線出力の波長との対応表を予め記憶しており、

前記波長校正部は、前記被校正分光輝度計によって測定された前記出力比と前記対応表とから前記輝線出力の波長を推定し、推定した前記輝線出力の波長と前記既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して前記被校正分光輝度計を波長校正することを特徴とする請求項 1 記載の分光輝度計の校正システム。

【請求項 3】 前記校正用光源は、レーザ光を発光する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力波長近傍で、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力比から前記半導体レーザの出力波長を推定する出力波長推定部とを備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の分光輝度計の校正システム。

【請求項 4】 前記校正用光源は、前記複数のモニタ用センサの出力比と、前記半導体レーザの出力波長との対応表を予め記憶しており、

前記出力波長推定部は、前記複数のモニタ用センサからの出力比と前記対応表とから前記半導体レーザの出力波長を推定することを特徴とする請求項 3 記載の分光輝度計の校正システム。

【請求項 5】 白熱光源と、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力から前記白熱光源の分光強度分布を推定する分光強度分布推定部とを備える校正用光源と、

入射される光を波長に応じて分散した光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する光電変換素子が配列されてなる受光部を備え、前記校正用光源の出力光を測定する被校正分光輝度計と、

前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の出力光を測定した場合に、前記分光強度分布推定部によって推定された前記分光強度分布と、前記受光部の光電変換素子毎の分光感度とから前記受光部の出力を推定し、推定された前記受光部の出力と、実際の前記受光部の出力との比を光電変換素子毎に算出し、算出された光電変換素子毎の比を前記被校正分光輝度計に記憶させることで前記被校正分光輝度計を感度校正する感度校正部とを備えることを特徴とする分光輝度計の校正システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、各種光源や表示装置の輝度や色彩を測定、評価するための分光輝度計の校正システムに関し、特に、波長校正及び分光感度校正を行う分光輝度計の校正システムに関するものである。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来、各種光源や表示装置の分光輝度や輝度、色彩を測定、評価する分光輝度計が広く用いられている（例えば、特許文献 1 参照）。図 18 は、従来の分光輝度計における分光部の構成を示す図である。図 18 に示すように、従来の分光輝度計に内蔵される分光部 310 は、入射スリット 311 からの入射光束を回折格子 313 で分散させ、結像光学系 312 で入射スリット 311 の分散像を受光センサアレイ 314 上に作る、いわゆるポリクロメータであり、測定域の全波長の強度分布を同時に測定する。図 19 は、ポリクロメータの受光センサアレイ 314 の各受光センサ  $S_n$  ( $n = 0 \sim 60$ ) の分光感度を示す図である。なお、図 1

9に示すポリクロメータは、半値幅が10 nmであり、センサピッチが5 nmであり、波長域が400～700 nmである。また、図19において、横軸は波長を表し、縦軸は相対感度を表している。図19では、受光センサ $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_{30}$ ,  $S_{58}$ ,  $S_{59}$ ,  $S_{60}$ における相対感度のみを示している。

#### 【0003】

図19に示すように、各受光センサ $S_n$ で受光する光の中心波長は、必ずしも400～700 nmを60分割した波長に一致しない。したがって、分光部310の波長校正は、波長が既知で安定した単色光源を用い、受光センサアレイ314の各受光センサの分光感度を与えることによって行われる。

#### 【0004】

また、分光部310の感度校正は、分光強度分布が既知で安定した標準光源の出力光を測定し、受光センサアレイ314の各受光センサの出力と、波長校正で求められた分光感度から各受光センサがもつべき出力との比として求められた各受光センサの感度補正係数を制御部401にあらかじめ記憶することで行われる。

#### 【0005】

図18に示すように、ポリクロメータの光学的要素の相対的な位置変化は、直接且つ鋭敏に波長誤差に結びつく。また、感度誤差は、回折格子313の反射効率など光学的要素や回路構成による特性変化により引き起こされ、さらに、前述の波長誤差もその要因となる。したがって、経時あるいは熱的变化に起因する波長誤差及び感度誤差の発生は避けられず、精度維持のためには再校正が不可欠である。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開平6-74823号公報

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来、分光輝度計の精度を維持するための再校正には、製造時の校正と同じ設備と作業を必要とし、ユーザ側で行うことは困難であった。その

ため、ユーザは、分光輝度計の再校正を行う際に分光輝度計を製造工場等に返送する必要があった。このように、分光輝度計を返送して行う再校正は、製造者側にもユーザ側にもコストと時間がかかり、十分な頻度で行うことは困難である。さらに、返送している期間に代替のための予備の分光輝度計を必要とする場合は、そのためのコストも必要となる。

#### 【0008】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたもので、分光輝度計の波長及び感度の校正をユーザ側で行うことができる分光輝度計の校正システムを提供することを目的とするものである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る分光輝度計の校正システムは、既知の輝線波長の輝線を出力する校正用光源と、入射される光を波長に応じて分散した光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する光電変換素子が配列されてなる受光部を備え、前記校正用光源の輝線出力を測定する被校正分光輝度計と、前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の輝線出力を測定した場合に、前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部の相対出力から前記輝線出力の波長を推定し、推定した前記輝線出力の波長と前記既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して前記被校正分光輝度計を波長校正する波長校正部とを備える。

#### 【0010】

この構成によれば、校正用光源によって、既知の輝線波長の輝線が出力され、被校正分光輝度計によって、校正用光源の輝線出力が測定され、波長校正部によって、被校正分光輝度計が校正用光源の輝線出力を測定した場合に、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光部の相対出力から輝線出力の波長が推定され、推定された輝線出力の波長と既知の輝線波長との差から波長変化量が推定され、この波長変化量が受光部の全測定波長域に一樣な波長シフト量として校正される。

#### 【0011】

したがって、校正用光源を用いて受光部が受光する光の波長変化量を推定する



ことによって、分光輝度計の波長の再校正をユーザ側で行うことができ、ユーザは、十分な頻度で分光輝度計の波長校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計を使用することができる。

#### 【0012】

また、上記の分光輝度計の校正システムにおいて、前記被校正分光輝度計は、前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部からの出力比と、前記輝線出力の波長との対応表を予め記憶しており、前記波長校正部は、前記被校正分光輝度計によって測定された前記出力比と前記対応表とから前記輝線出力の波長を推定し、推定した前記輝線出力の波長と前記既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して前記被校正分光輝度計を波長校正することが好ましい。

#### 【0013】

この構成によれば、被校正分光輝度計には、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光部からの出力比と、輝線出力の波長との対応表が予め記憶されており、波長校正部によって、被校正分光輝度計によって測定された出力比と対応表とから輝線出力の波長が推定され、推定された輝線出力の波長と既知の輝線波長との差から波長変化量が推定され、この波長変化量が受光部の全測定波長域に一樣な波長シフト量として校正される。

#### 【0014】

したがって、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光部からの出力比から簡単なアルゴリズムで輝線出力の波長を推定することができる。

#### 【0015】

また、上記の分光輝度計の校正システムにおいて、前記校正用光源は、レーザ光を発光する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力波長近傍で、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力比から前記半導体レーザの出力波長を推定する出力波長推定部とを備えることが好ましい。

#### 【0016】

この構成によれば、レーザ光を発光する半導体レーザの出力波長近傍で、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサの出力比から半導体レーザの出

力波長が推定され、推定された半導体レーザの出力波長が被校正分光輝度計に出力されるので、低価格で十分な輝線出力を有する半導体レーザを輝線光源として用いて精度の高い分光輝度計の再校正ができる。

#### 【0017】

また、上記の分光輝度計の校正システムにおいて、前記校正用光源は、前記複数のモニタ用センサの出力比と、前記半導体レーザの出力波長との対応表を予め記憶しており、前記出力波長推定部は、前記複数のモニタ用センサからの出力比と前記対応表とから前記半導体レーザの出力波長を推定することが好ましい。

#### 【0018】

この構成によれば、校正用光源には、複数のモニタ用センサの出力比と、半導体レーザの出力波長との対応表が予め記憶されており、出力波長推定部によって、複数のモニタ用センサからの出力比と対応表とから半導体レーザの出力波長が推定されるので、複数のモニタ用センサからの出力比から簡単なアルゴリズムで半導体レーザの出力波長を推定することができる。

#### 【0019】

また、本発明に係る分光輝度計の校正システムは、白熱光源と、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力から前記白熱光源の分光強度分布を推定する分光強度分布推定部とを備える校正用光源と、入射される光を波長に応じて分散した光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する光電変換素子が配列されてなる受光部を備え、前記校正用光源の出力光を測定する被校正分光輝度計と、前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の出力光を測定した場合に、前記分光強度分布推定部によって推定された前記分光強度分布と、前記受光部の光電変換素子毎の分光感度とから前記受光部の出力を推定し、推定された前記受光部の出力と、実際の前記受光部の出力との比を光電変換素子毎に算出し、算出された光電変換素子毎の比を前記被校正分光輝度計に記憶させることで前記被校正分光輝度計を感度校正する感度校正部とを備える。

#### 【0020】

この構成によれば、校正用光源が備える分光強度分布推定部によって、互いに

異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサの出力から白熱光源の分光強度分布が推定され、被校正分光輝度計によって、校正用光源の出力光が測定され、感度校正部によって、被校正分光輝度計が校正用光源の出力光を測定した場合に、分光強度分布推定部によって推定された分光強度分布と、受光部の光電変換素子毎の分光感度とから受光部の出力が推定され、分光強度分布から推定された得られるべき受光部の出力と、実際の受光部の出力との比が光電変換素子毎に算出され、算出された光電変換素子毎の比が被校正分光輝度計に記憶されることで被校正分光輝度計の感度校正が行われる。

#### 【0021】

したがって、被校正分光輝度計が校正用光源の出力光を測定した場合の分光強度分布から推定された受光部の出力と、実際の受光部の出力との比を、分光輝度計の感度を校正するための係数として記憶しておくことによって、分光輝度計の感度の再校正をユーザ側で行うことができ、ユーザは、十分な頻度で分光輝度計の感度校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計を使用することができる。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

#### 【0023】

##### （第1の実施形態）

図1は、第1の実施形態における分光輝度計の校正システムの構成を示す図である。図1に示す分光輝度計の校正システム1は、校正用光源100、被校正分光輝度計200及び両者と接続されたシステム制御部300を備えて構成される。

#### 【0024】

校正用光源100は、制御部101、輝線光源102、白熱光源103、拡散板104、コリメータ光学系105、第1モニタセンサ106（106a, 106b）、第2モニタセンサ107（107a, 107b）、第3モニタセンサ108（108a, 108b）、温度センサ109及び記憶部120を備えて構成

される。

#### 【0025】

記憶部120は、例えば、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) で構成され、第1の対応表記憶部120a及び第2の対応表記憶部120bとして機能する。

#### 【0026】

第1の対応表記憶部120aは、温度毎に出力波長 $\lambda_m$ と、第1モニタセンサ106の出力 $I_{10}$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_{20}$ との出力比 $I_{10}/I_{20}$ とが対応付けられた第1の対応表を記憶する。なお、第1の対応表については後述する。

#### 【0027】

第2の対応表記憶部120bは、温度毎に相対分光強度分布 $R(\lambda)$ と、第3モニタセンサ108の出力 $I_{30}$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_{10}$ との出力比 $I_{30}/I_{10}$ 、第2モニタセンサ107の出力 $I_{20}$ 及び第2モニタセンサ107の出力 $I_{20}$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_{10}$ との出力比 $I_{20}/I_{10}$ とが対応付けられた第2の対応表を記憶する。なお、第2の対応表については後述する。

#### 【0028】

制御部101は、例えば、CPU (中央演算処理装置) で構成され、出力波長推定部101a及び分光強度分布推定部101bとして機能する。

#### 【0029】

出力波長推定部101aは、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との出力比 $I_1/I_2$ から第1の対応表記憶部120aに記憶されている第1の対応表を参照して輝線光源102の出力波長 $\lambda_m$ を推定する。

#### 【0030】

分光強度分布推定部101bは、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との出力比 $I_3/I_1$ から第2の対応表記憶部120bに記憶されている第2の対応表を参照して白熱光源103の相対分光強度分布 $R(\lambda)$ を選択し、選択された相対分光強度分布 $R(\lambda)$ と第2モニタセンサ1

07 の出力  $I_2$  及び第 2 の対応表における相対分光強度分布  $R(\lambda)$  に対応する出力  $I_{20}$  に基づいて分光強度分布  $P(\lambda)$  を推定する。なお、分光強度分布  $P(\lambda)$  の具体的な算出方法については後述する。

#### 【0031】

また、制御部 101 は、輝線光源 102 及び白熱光源 103 の発光タイミング及び発光時間を制御する。

#### 【0032】

輝線光源 102 は、例えば、可視光のレーザ光を発光する可視 LD（半導体レーザ）で構成され、特定の波長（輝線波長）の光である輝線を出力する。白熱光源 103 は、例えば、白熱電球で構成され、複数の波長からなる白色光を出力する。

#### 【0033】

拡散板 104 は、輝線光源 102 より出力された出力光及び白熱光源 103 より出力された出力光を拡散させる。

#### 【0034】

コリメータ光学系 105 は、拡散板 104 によって拡散された輝線光源 102 より出力された出力光及び白熱光源 103 より出力された出力光を平行な光にする。

#### 【0035】

第 1 モニタセンサ 106、第 2 モニタセンサ 107 及び第 3 モニタセンサ 108 は、シリコンフォトダイオード 106a、107a、108a 及びガラスフィルタ 106b、107b、108b をそれぞれ備えて構成される。

#### 【0036】

第 1 モニタセンサ 106 は、拡散板 104 によって拡散された輝線光源 102 からの出力光の出力波長をモニタするものであり、ガラスフィルタ 106b は、輝線光源 102 の出力波長近辺で立ち上がる分光感度を有する。

#### 【0037】

第 2 モニタセンサ 107 は、拡散板 104 によって拡散された輝線光源 102 からの出力光の出力波長をモニタするものであり、ガラスフィルタ 107b は、

輝線光源 102 の出力波長近辺で立ち下がる分光感度を有する。

#### 【0038】

第3 モニタセンサ 108 は、拡散板 104 によって拡散された白熱光源 103 からの出力光の分光強度分布をモニタするものである。

#### 【0039】

図2は、校正用光源の相対分光強度とモニタセンサにおけるフィルタの分光透過率とを示す図である。なお、図2における縦軸は相対分光強度及び分光透過率を示し、横軸は波長を示す。

#### 【0040】

図2に示すように、輝線光源 102 は、出力波長  $\lambda_{LD}$  が略 650 nm の単色光を出力するが、その出力波長には最大  $\pm 5$  nm の個体差があり、温度依存性も大きい。そのため、輝線光源 102 からの出力波長は、第1 モニタセンサ 106 及び第2 モニタセンサ 107 によってモニタされる。また、同様に、白熱光源 103 の分光強度分布及び放射強度にも個体差があり、経時変化もある。そのため、白熱光源 103 からの出力光の相対分光強度分布は、第1 モニタセンサ 106、第2 モニタセンサ 107 及び第3 モニタセンサ 108 によってモニタされる。

#### 【0041】

第1 モニタセンサ 106 のガラスフィルタ 106b には、例えば、図2の R64 に示す分光透過率を有する HOYA OPTICS 製の R-64 フィルタが用いられ、このガラスフィルタ 106b は、輝線光源 102 の出力波長である 650 nm 近傍で立ち上がる分光透過率を有している。また、第2 モニタセンサ 107 のガラスフィルタ 107b には、例えば、図2の HA30 に示す分光透過率を有する HOYA OPTICS 製の HA-30 フィルタが用いられ、このガラスフィルタ 107b は、輝線光源 102 の出力波長である 650 nm 近傍で立ち下がる分光透過率を有している。したがって、第1 モニタセンサ 106 の出力  $I_1$  と第2 モニタセンサ 107 の出力  $I_2$  との比  $I_1/I_2$  は、輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD}$  が短波長にシフトすると減少し、長波長にシフトすると増加する。特に、本実施形態では、図2に示すようにガラスフィルタ 106b の分光透過率の特性を表す曲線 R64 の立ち上がりが急峻であるので、波長シフトに対して高い感

度を有する。記憶部 120 には、あらかじめ第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_{10}$  と第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_{20}$  との比  $I_{10}/I_{20}$  と輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_m$  とが対応付けられた第 1 の対応表が記憶されている。制御部 101 は、第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_1$  と第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_2$  との比  $I_1/I_2$  を算出し、算出した比  $I_1/I_2$  に基づいて第 1 の対応表を参照して輝線光源 102 の出力波長の推定値  $\lambda_{LD}$  を算出する。

#### 【0042】

また、白熱光源 103 の出力光の分光強度分布の変化には、相対分光強度分布の変化と放射強度の変化とがある。相対分光強度分布をモニタするために、第 3 モニタセンサ 108 のガラスフィルタ 108b には、例えば、図 2 の BG39 に示す分光透過率を有する HOYA OPTICS 製の BG-39 フィルタが用いられ、このガラスフィルタ 108b は、390nm 近傍にピークを有する分光透過率を有している。

#### 【0043】

白熱光源 103 の出力光の相対分光強度分布  $R(\lambda)$  は、白熱電球のフィラメントの色温度に依存する。すなわち、色温度が 2700K (ケルビン) の場合、相対分光強度分布  $R(\lambda)$  は、図 2 に示す特性曲線 R1 で表され、色温度が 2800K (ケルビン) の場合、相対分光強度分布  $R(\lambda)$  は、図 2 に示す特性曲線 R2 で表され、色温度が 2900K (ケルビン) の場合、相対分光強度分布  $R(\lambda)$  は、図 2 に示す特性曲線 R3 で表される。第 3 モニタセンサ 108 の出力  $I_3$  と第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_1$  との比  $I_3/I_1$  は、相対分光強度分布  $R(\lambda)$  に対応して変化するので、この比  $I_3/I_1$  から校正時の白熱光源 103 の放射光分光強度分布を推定することができる。記憶部 120 には、あらかじめ校正用光源 100 の白熱光源 103 を複数の異なる色温度で点灯した時の相対分光強度分布  $R(\lambda)$  と、その時の第 3 モニタセンサ 108 の出力  $I_{30}$  と第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_{10}$  との比  $I_{30}/I_{10}$  及び第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_{20}$  とが対応付けられた第 2 の対応表が記憶されている。制御部 101 は、第 3 モニタセンサ 108 の出力  $I_3$  と第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_1$  との比  $I_3/I_1$  を算出し、算出した比  $I_3/I_1$  に基づいて第 2 の対応表を参照して白熱光源 103

の出力光の校正時の相対分光強度分布  $R(\lambda)$  を推定する。そして、制御部 101 は、下記の (1) 式に基づいて、推定された相対分光強度分布  $R(\lambda)$  と、白熱光源 103 の出力光の校正時の第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_2$  と、記憶部 120 にあらかじめ記憶されている第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_{20}$  とから分光強度分布  $P(\lambda)$  を算出する。

$$P(\lambda) = R(\lambda) \cdot I_2 / I_{20} \cdots (1)$$

#### 【0044】

図 2 に示すように、第 2 モニタセンサ 107 は、分光輝度計が測定する可視領域 (380 ~ 780 nm) 全体にわたって感度を有しており、放射強度をモニタするのに適している。

#### 【0045】

なお、上述の白熱光源 103 の分光強度分布をモニタする方法は、白熱光源 103 の相対分光強度分布  $R(\lambda)$  の変化がフィラメントの色温度にのみ依存することを前提にしている。すなわち、白熱光源 103 のフィラメントの痩せや、印加電圧の変化によって生じる相対分光強度分布  $R(\lambda)$  の変化については、この前提が維持されるが、管球へのフィラメントの蒸着や拡散板 104 の黄変化などによる相対分光強度分布  $R(\lambda)$  の変化には、この前提が成り立たない。すなわち、上述の前提が維持されている限り、3 つのモニタセンサ 106, 107, 108 の出力  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  の相対比は変化しないので、記憶部 120 は、設定時の第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_{20}$  と第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_{10}$  との比  $I_{20} / I_{10}$  を上述の第 2 の対応表の相対分光強度分布  $R(\lambda)$  にさらに対応付けて記憶する。制御部 101 は、第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_2$  と第 1 モニタセンサ 106 の出力  $I_1$  との比  $I_2 / I_1$  を算出し、算出された比  $I_2 / I_1$  が、記憶部 120 にあらかじめ記憶されている設定時の比  $I_{20} / I_{10}$  から変化していないことを確認することで、白熱光源 103 の異常を監視することができる。

#### 【0046】

図 1 に戻って、温度センサ 109 は、例えば、サーミスタで構成され、第 1 モニタセンサ 106、第 2 モニタセンサ 107 及び第 3 モニタセンサ 108 の温度補償をするためのものである。温度センサ 109 は、第 1 モニタセンサ 106、



第2モニタセンサ107及び第3モニタセンサ108の温度を測定する。各モニタセンサ106, 107, 108のガラスフィルタ106b, 107b, 108bの分光透過率は、温度依存性を有しており、例えば、ガラスフィルタ106bの立ち上がり部分は、 $0.1\text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ 強で長波長に移動する。このようなガラスフィルタ106b, 107b, 108bの温度変化による誤差を補償するために、上述の第1の対応表及び第2の対応表はモニタセンサ106, 107, 108の異なる温度に対して複数用意される。したがって、制御部101は、温度センサ109によって測定されたモニタセンサ106, 107, 108の温度に対応する第1の対応表及び第2の対応表を参照する。

#### 【0047】

なお、第1モニタセンサ106、第2モニタセンサ107、第3モニタセンサ108及び温度センサ109は、アルミブロック110内に配置されている。

#### 【0048】

図3は、校正用光源のコリメータ光学系とモニタセンサとを拡散板の方向から見た図である。図3に示すように、拡散板104の方向からコリメータ光学系105とモニタセンサ106, 107, 108とを見た場合、コリメータ光学系105の下方にアルミブロック110が配置される。アルミブロック110内において、コリメータ光学系105の下方に第2モニタセンサ107が配置され、第2モニタセンサ107の左方に第1モニタセンサ106が配置され、第2モニタセンサの右方に第3モニタセンサ108が配置される。第2モニタセンサ107の下方に温度センサ109が配置される。

#### 【0049】

図1に戻って、被校正分光輝度計200は、校正する対象となる分光輝度計であり、制御部201、収束光学系202、絞り203、コンデンサレンズ204受光部205及び記憶部220を備えて構成される。

#### 【0050】

記憶部220は、例えば、EEPROMで構成され、第3の対応表記憶部220a、波長変化量記憶部220b及び感度補正係数記憶部220cとして機能する。

## 【0051】

第3の対応表記憶部220aは、出力波長 $\lambda_m$ と、各輝線波長に対応する出力比 $Q_n/Q_{n+2}$ とが対応付けられた第3の対応表を記憶する。なお、第3の対応表については後述する。

## 【0052】

波長変化量記憶部220bは、輝線出力の波長と、出力波長推定部101aによって推定された輝線波長との差を波長変化量として記憶する。この波長変化量は、分光輝度計200の測定時において、波長校正に用いられる。

## 【0053】

感度補正係数記憶部220cは、分光強度分布推定部101bによって推定された分光強度分布 $P(\lambda)$ と被校正分光輝度計200から取得した各受光センサ $S_n$ の分光感度とに基づいて求められた各受光センサ $S_n$ から得られるべき推定出力 $q_n$ と、実際に受光センサ $S_n$ から得られた出力 $Q_n$ との比 $q_n/Q_n$ を感度補正係数として記憶する。この感度補正係数は、分光輝度計200の測定時において、感度校正に用いられる。

## 【0054】

制御部201は、例えば、CPUで構成され、出力波長算出部201a及び三刺激値算出部201bとして機能する。

## 【0055】

出力波長算出部201aは、校正用光源100の輝線波長を測定した場合に3つの出力比 $Q_n/Q_{n+2}$ の中で最も1に近い比 $Q_n/Q_{n+2}$ を選択して、第3の対応表記憶部220aに記憶されている第3の対応表を参照して、選択された比 $Q_n/Q_{n+2}$ に対応する波長 $\lambda_m$ を算出する。

## 【0056】

三刺激値算出部201bは、受光センサ $S_n$ の各測定波長での出力と、測定波長ごとの重み係数との積和で三刺激値を算出する場合、重み係数を波長変化量に応じて修正し、修正した重み係数を用いて三刺激値を算出する。

## 【0057】

収束光学系202は、校正用光源100のコリメータ光学系105によってコ

リメートされた光を絞り 203 の開口部分に収束させる。

【0058】

絞り 203 は、収束光学系 202 と共に測定光束の受光角を規定する。

【0059】

コンデンサレンズ 204 は絞り 203 を通過した光を受光部 205 の入射スリットに集めるものである。

【0060】

受光部 205 は、入射される光を波長に応じて分散する回折格子と、回折格子によって波長毎に異なる方向に分散された光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する複数の光電変換素子（受光センサ  $S_n$ ）が配列されてなる受光センサアレイとを備えて構成される。

【0061】

なお、校正時において、校正用光源 100 のハウジング 111 と被校正分光輝度計 200 のハウジング 206 とは、外部光が入らないようにするため、ハウジング 111 に形成された開口部 111a と、ハウジング 206 に形成された 206a とで結合される。

【0062】

システム制御部 300 は、例えば、CPU で構成され、波長校正部 300a、感度校正部 300b、迷光レベル推定部 300c 及び半値幅推定部 300d として機能する。

【0063】

波長校正部 300a は、被校正分光輝度計 200 が校正用光源 100 の輝線出力を測定した場合に、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光センサ  $S_n$  からの出力比から輝線出力の波長を推定し、推定した輝線出力の波長と既知の輝線波長との差から波長変化量を算出し、算出された波長変化量を被校正分光輝度計 200 の記憶部 220 に記憶させることで波長校正する。

【0064】

感度校正部 300b は、被校正分光輝度計 200 が校正用光源 100 の出力光を測定した場合に、分光強度分布推定部 101b によって推定された分光強度分

布  $P(\lambda)$  と被校正分光輝度計 200 から取得した各受光センサ  $S_n$  の分光感度とに基づいて各受光センサ  $S_n$  から得られるべき推定出力  $q_n$  を求め、求めた推定出力  $q_n$  と、実際に受光センサ  $S_n$  から得られた出力  $Q_n$  との比  $q_n/Q_n$  を各受光センサ  $S_n$  毎に算出し、算出された比  $q_n/Q_n$  を被校正分光輝度計 200 の記憶部 220 に記憶させることで被校正分光輝度計 200 を感度校正する。

#### 【0065】

迷光レベル推定部 300c は、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光センサ  $S_n$  からの出力により求めた輝線の強度と、輝線波長に感度を有しない波長における出力（輝線波長における分光感度が 0 である受光センサ  $S_n$  の出力）との比を求め、求めた比と予め記憶されている比の初期値とを比較することで被校正分光輝度計 200 の迷光レベルの変化を推定する。

#### 【0066】

半値幅推定部 300d は、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光センサ  $S_n$  からの出力より受光センサ  $S_n$  における輝線波長近傍での半値幅を求め、求めた半値幅と予め記憶されている半値幅の初期値とを比較することで被校正分光輝度計 200 の半値幅の変化を推定する。

#### 【0067】

ここで、被校正分光輝度計 200 の波長再校正について説明する。被校正分光輝度計 200 は、システム制御部 300 からの指示によって校正用光源 100 の輝線光源 102 の出力光を測定する。

#### 【0068】

図 4 は、輝線光源の輝線波長と、輝線波長近傍の 5 つの受光センサ  $S_n$  ( $n = 48 \sim 52$ ) の相対分光感度を示す図である。前述のように、輝線光源 102 の出力波長は  $650 \pm 5 \text{ nm}$  でばらつきが生じるが、図 4 では、 $\lambda_{LD1}$ ,  $\lambda_{LD2}$ ,  $\lambda_{LD3}$  の 3 つの輝線波長を示している。例えば、校正用光源 100 の輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD} = \lambda_{LD1}$  の場合、その短波長側に隣接する受光センサ  $S_{48}$  の分光感度は  $\lambda_{LD1}$  近傍で立ち下がり、長波長側に隣接する受光センサ  $S_{50}$  の分光感度は  $\lambda_{LD1}$  近傍で立ち上がるので、受光センサ  $S_{48}$  の出力  $(Q_{48})_1$  と受光センサ  $S_{50}$  の出力  $(Q_{50})_1$  の比  $Q_{48}/Q_{50}$  は、出力波長  $\lambda_{LD}$  が短波長側にシフトすれ

ば高い感度で増加し、長波長側にシフトすれば高い感度で減少する。したがって、被校正分光輝度計 200 の制御部 201 は、受光センサ  $S_{48}$  の出力 ( $Q_{48}$ )<sub>1</sub> と受光センサ  $S_{50}$  の出力 ( $Q_{50}$ )<sub>1</sub> の比  $Q_{48}/Q_{50}$  を算出し、記憶部 220 にあらかじめ記憶されている比  $Q_{48}/Q_{50}$  と波長  $\lambda_{LD}$  との第 3 の対応表を参照して、輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD}$  を推定してシステム制御部 300 に出力する。システム制御部 300 は、被校正分光輝度計 200 の制御部 201 から入力される推定値  $\lambda_{LD}$  と、校正用光源 100 の制御部 101 から入力される輝線波長の推定値  $\Lambda_{LD}$  との差から被校正分光輝度計 200 の受光部 205 の波長変化量  $d\lambda = \lambda_{LD} - \Lambda_{LD}$  を算出し、被校正分光輝度計 200 の受光部 205 の各受光センサ  $S_n$  の分光感度の共通の修正量として記憶部 220 に記憶させることで出力波長の補正を行う。

#### 【0069】

複数の受光センサ  $S_n$  ( $n = 48 \sim 52$ ) のうちの比を算出する 2 つの受光センサの分光感度は、輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD}$  で急峻かつ互いに逆に変化していることが好ましく、出力波長  $\lambda_{LD}$  の位置によって組み合わせが異なる。すなわち、図 4 で、校正用光源 100 の輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD} = \lambda_{LD2}$  の場合、受光センサ  $S_{49}$  の出力と受光センサ  $S_{51}$  の出力との比  $Q_{49}/Q_{51}$  を算出することが好ましく、校正用光源 100 の輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD} = \lambda_{LD3}$  の場合、受光センサ  $S_{50}$  の出力と受光センサ  $S_{52}$  の出力との比  $Q_{50}/Q_{52}$  を算出することが好ましい。したがって、記憶部 220 が記憶する第 3 の対応表には、各輝線波長に対応する 3 つの比  $Q_{48}/Q_{50}$ ,  $Q_{49}/Q_{51}$ ,  $Q_{50}/Q_{52}$  が用意されており、校正時に算出された比  $Q_{48}/Q_{50}$ ,  $Q_{49}/Q_{51}$ ,  $Q_{50}/Q_{52}$  の中から最も適切な比を用いて輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD}$  を推定する。具体的には、制御部 201 は、3 つの比  $Q_{48}/Q_{50}$ ,  $Q_{49}/Q_{51}$ ,  $Q_{50}/Q_{52}$  の中で最も 1 に近い値をもつ比を用いて輝線光源 102 の出力波長  $\lambda_{LD}$  を推定する。

#### 【0070】

次に、被校正分光輝度計 200 の分光感度の再校正について説明する。前述の出力波長の再校正を行った後、被校正分光輝度計 200 は、システム制御部 300 からの指示によって校正用光源 100 の白熱光源 103 の出力光を測定する。

被校正分光輝度計 200 は、受光部 205 の各波長での出力（分光感度） $Q(\lambda)$  をシステム制御部 300 に出力する。システム制御部 300 は、校正用光源 100 の制御部 101 から入力される分光強度分布  $P(\lambda)$  と、被校正分光輝度計 200 の制御部 201 から入力される受光部 205 の各受光センサ  $S_n$  の分光感度  $Q(\lambda)$ 、及び前述の波長変化量  $d\lambda$  とに基づいて、各受光センサ  $S_n$  から得られるべき推定出力  $q_n$  を算出し、算出された推定出力  $q_n$  と実測値  $Q_n$  との受光センサ  $S_n$  毎の比  $q_n/Q_n$  を算出し、被校正分光輝度計 200 の制御部 201 に記憶させることで被校正分光輝度計 200 の分光感度を補正する。

#### 【0071】

被校正分光輝度計 200 の出力波長及び分光感度の校正のためには、校正用光源 100 には、輝線光源 102 の出力波長モニタ用対応表（第 1 の対応表）と、白熱光源 103 の放射光モニタ用対応表（第 2 の対応表）があらかじめ設定されている必要があり、被校正分光輝度計 200 には、波長校正用対応表（第 3 の対応表）があらかじめ設定されている必要がある。そこで、これらの対応表の設定手順について以下に説明する。

#### 【0072】

まず、校正用光源 100 の第 1 の対応表の設定手順について説明する。図 5 は、校正用光源 100 の第 1 の対応表の設定における分光輝度計の校正システムを示す図である。図 5 に示す分光輝度計の校正システムは、校正用光源 100、基準モノクロメータ 303 及びシステム制御部 300 を備えて構成される。

#### 【0073】

基準モノクロメータ 303 は、水銀の輝線などで波長校正された分光部と光源部とを備えて構成され、任意の波長の単色光を校正用光源 100 に向けて出力する。

#### 【0074】

システム制御部 300 は、基準モノクロメータ 303 に輝線光源 102 の出力波長近傍の波長を有する複数の単色光を所定波長間隔で出力させ、校正用光源 100 のハウジング 111 に形成された開口部 111a に当該単色光を入射させる。なお、本実施形態におけるシステム制御部 300 は、基準モノクロメータ 30

3に輝線光源102の出力波長650nm近傍の644nmから656nmの単色光を2nmピッチで出力させる。校正用光源100に入射した単色光は、コリメータ光学系105を透過して拡散板104に入射する。拡散板104によって拡散反射した光は、第1モニタセンサ106及び第2モニタセンサ107によって検知される。システム制御部300は、校正用光源100の制御部101から入力される各単色光に対する第1モニタセンサ106及び第2モニタセンサ107の出力 $I_1$ 、 $I_2$ を取得し、出力 $I_1$ と出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ を算出する。システム制御部300は、算出された比 $I_1/I_2$ を単色光の波長 $\lambda_m$ と対応付けて第1の対応表を作成する。

#### 【0075】

また、校正用光源100は、ハウジング111の底部の蓋111b（図3参照）を取り外すことで、第1～第3モニタセンサ106、107、108及び温度センサ109が格納されたアルミブロック110を露出させることができる。この露出させたアルミブロック110には、システム制御部300によって制御される恒温ユニット301が密着して配置され、第1～第3モニタセンサ106、107、108の温度を制御する。第1～第3モニタセンサ106、107、108の温度は、温度センサ109によって検出される。システム制御部300は、恒温ユニット301を制御することでアルミブロック110内を複数の温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ に設定してそれぞれの温度における出力 $I_1$ 、 $I_2$ を取得する。なお、本実施形態においてシステム制御部300は、アルミブロック110内の温度を $T_1 = 13^\circ\text{C}$ 、 $T_2 = 23^\circ\text{C}$ 及び $T_3 = 33^\circ\text{C}$ 近傍に設定して出力 $I_1$ 、 $I_2$ を取得する。同時に、温度センサ109は、第1～第2モニタセンサ106、107の温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ を検出し、検出された温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ を制御部101に出力する。システム制御部300は、検出された温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ を制御部101より取得し、各温度毎に比 $I_1/I_2$ と単色光の波長 $\lambda_m$ との第1の対応表を作成し、作成した第1の対応表を校正用光源100の記憶部120に記憶させる。下記の表1は、上述のようにして作成された第1の対応表の一例を示すものである。

#### 【0076】

【表 1】

単色光波長	$\lambda_m$	644nm	646nm	648nm	650nm	652nm	654nm	656nm
$I_{10}/I_{20}$	$T_1$	$(I_{10}/I_{20})_{11}$	$(I_{10}/I_{20})_{12}$	$(I_{10}/I_{20})_{13}$	$(I_{10}/I_{20})_{14}$	$(I_{10}/I_{20})_{15}$	$(I_{10}/I_{20})_{16}$	$(I_{10}/I_{20})_{17}$
	$T_2$	$(I_{10}/I_{20})_{21}$	$(I_{10}/I_{20})_{22}$	$(I_{10}/I_{20})_{23}$	$(I_{10}/I_{20})_{24}$	$(I_{10}/I_{20})_{25}$	$(I_{10}/I_{20})_{26}$	$(I_{10}/I_{20})_{27}$
	$T_3$	$(I_{10}/I_{20})_{31}$	$(I_{10}/I_{20})_{32}$	$(I_{10}/I_{20})_{33}$	$(I_{10}/I_{20})_{34}$	$(I_{10}/I_{20})_{35}$	$(I_{10}/I_{20})_{36}$	$(I_{10}/I_{20})_{37}$

【0077】

表 1 に示すように、例えば、単色光の波長  $\lambda_m$  が 644 nm であり、温度センサ 109 によって検出された温度が  $T_1$  である場合、出力  $I_{10}$  と出力  $I_{20}$  との比  $I_{10}/I_{20}$  は、 $(I_{10}/I_{20})_{11}$  となり、温度が  $T_2$  である場合、比  $I_{10}/I_{20}$  は、 $(I_{10}/I_{20})_{21}$  となり、温度が  $T_3$  である場合、比  $I_{10}/I_{20}$  は、 $(I_{10}/I_{20})_{31}$  となる。このように、システム制御部 300 は、温度毎に単色光の波



長  $\lambda_m$  と比  $I_{10}/I_{20}$  とが対応付けられた第 1 の対応表を作成し、作成した第 1 の対応表を制御部 101 に記憶する。

#### 【0078】

そして、校正時において、制御部 101 は、表 1 に示す第 1 の対応表に基づいて、出力  $I_1$  と出力  $I_2$  との比  $I_1/I_2$  を温度センサ 109 によって検出された温度  $T$  について補間して、検出された温度  $T$  での  $\Delta_{LD}$  と  $I_1/I_2$  との対応表を新たに作成し、新たに作成された対応表に基づいて、 $\Delta_{LD}$  を  $I_1/I_2$  について補間して、モニタされた  $I_1/I_2$  に対応する出力波長の推定値  $\Delta_{LD}$  を算出する。

#### 【0079】

次に、校正用光源 100 の第 2 の対応表の設定手順について説明する。図 6 は、校正用光源 100 の第 2 の対応表の設定における分光輝度計の校正システムを示す図である。図 6 に示す分光輝度計の校正システムは、校正用光源 100、基準分光輝度計 302 及びシステム制御部 300 を備えて構成される。

#### 【0080】

基準分光輝度計 302 は、基準モノクロメータによって出力波長が校正され、標準電球によって分光感度が校正されている。

#### 【0081】

システム制御部 300 は、校正用光源 100 の白熱光源 103 を 3 種類の駆動電圧  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  で点灯させ、拡散板 104 からの放射光束を第 1 ～ 第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 によって検知させるとともに、基準分光輝度計 302 にコリメータ光学系 105 から射出される光束の相対分光強度分布  $R_1(\lambda)$ ,  $R_2(\lambda)$ ,  $R_3(\lambda)$  を測定させる。システム制御部 300 は、校正用光源 100 の制御部 101 から第 1 ～ 第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 の出力  $I_{10}$ ,  $I_{20}$ ,  $I_{30}$  を取得し、出力  $I_{30}$  と出力  $I_{10}$  との比  $I_{30}/I_{10}$  を算出するとともに、出力  $I_{20}$  と出力  $I_{10}$  との比  $I_{20}/I_{10}$  を算出する。システム制御部 300 は、算出された比  $I_{30}/I_{10}$ 、第 2 モニタセンサ 107 の出力  $I_{20}$ 、及び算出された比  $I_{20}/I_{10}$  を相対分光強度分布  $R_1(\lambda)$ ,  $R_2(\lambda)$ ,  $R_3(\lambda)$  と対応付けて第 2 の対応表を作成する。

#### 【0082】

また、校正用光源 100 は、ハウジング 111 の底部の蓋 111b (図 3 参照) を取り外すことで、第 1 ~ 第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 及び温度センサ 109 が格納されたアルミブロック 110 を露出させることができる。この露出させたアルミブロック 110 には、システム制御部 300 によって制御される恒温ユニット 301 が密着して配置され、第 1 ~ 第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 の温度を制御する。第 1 ~ 第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 の温度は、温度センサ 109 によって検出される。システム制御部 300 は、恒温ユニット 301 を制御することでアルミブロック 110 内を複数の温度  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  に設定してそれぞれの温度における出力  $I_{10}$ ,  $I_{20}$ ,  $I_{30}$  を取得する。なお、本実施形態においてシステム制御部 300 は、アルミブロック 110 内の温度を  $T_1 = 13^\circ\text{C}$ 、 $T_2 = 23^\circ\text{C}$  及び  $T_3 = 33^\circ\text{C}$  近傍に設定して出力  $I_{10}$ ,  $I_{20}$ ,  $I_{30}$  を取得する。同時に、温度センサ 109 は、第 1 ~ 第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 の温度  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  を検出し、検出された温度  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  を制御部 101 に出力する。システム制御部 300 は、検出された温度  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  を制御部 101 より取得し、各温度毎に比  $I_{30}/I_{10}$  と相対分光強度分布  $R(\lambda)$  との第 2 の対応表を作成し、作成した第 2 の対応表を校正用光源 100 の記憶部 120 に記憶する。下記の表 2 は、上述のようにして作成された第 2 の対応表の一例を示すものである。

【0083】

【表 2】

	駆動電圧	$V_1$	$V_2$	$V_3$
温度	相対分光強度分布	$R_1(\lambda)$	$R_2(\lambda)$	$R_3(\lambda)$
$T_1$	$I_{30}/I_{10} \cdot I_{20} \cdot I_{10}$	$(I_{30}/I_{10})_{11} \cdot (I_{20})_{11} \cdot (I_{10})_{11}$	$(I_{30}/I_{10})_{12} \cdot (I_{20})_{12} \cdot (I_{10})_{12}$	$(I_{30}/I_{10})_{13} \cdot (I_{20})_{13} \cdot (I_{10})_{13}$
$T_2$		$(I_{30}/I_{10})_{21} \cdot (I_{20})_{21} \cdot (I_{10})_{21}$	$(I_{30}/I_{10})_{22} \cdot (I_{20})_{22} \cdot (I_{10})_{22}$	$(I_{30}/I_{10})_{23} \cdot (I_{20})_{23} \cdot (I_{10})_{23}$
$T_3$		$(I_{30}/I_{10})_{31} \cdot (I_{20})_{31} \cdot (I_{10})_{31}$	$(I_{30}/I_{10})_{32} \cdot (I_{20})_{32} \cdot (I_{10})_{32}$	$(I_{30}/I_{10})_{33} \cdot (I_{20})_{33} \cdot (I_{10})_{33}$

【0084】

表 2 に示すように、例えば、駆動電圧  $V_1$  で白熱光源 103 を駆動した場合の

分光強度分布が  $R_1(\lambda)$  であり、温度センサ 109 によって検出された温度が  $T_1$  である場合、出力  $I_{30}$  と出力  $I_{10}$  との比  $I_{30}/I_{10}$  は  $(I_{30}/I_{10})_{11}$  となり、出力  $I_{20}$  は  $(I_{20})_{11}$  となり、出力  $I_{20}$  と出力  $I_{10}$  との比  $I_{20}/I_{10}$  は  $(I_{20}/I_{10})_{11}$  となる。温度が  $T_2$  である場合、比  $I_{30}/I_{10}$  は  $(I_{30}/I_{10})_{21}$  となり、出力  $I_{20}$  は  $(I_{20})_{21}$  となり、出力  $I_{20}$  と出力  $I_{10}$  との比  $I_{20}/I_{10}$  は  $(I_{20}/I_{10})_{21}$  となる。温度が  $T_3$  である場合、比  $I_{30}/I_{10}$  は  $(I_{30}/I_{10})_{31}$  となり、出力  $I_{20}$  は  $(I_{20})_{31}$  となり、出力  $I_{20}$  と出力  $I_{10}$  との比  $I_{20}/I_{10}$  は  $(I_{20}/I_{10})_{31}$  となる。このように、システム制御部 300 は、温度毎に相対分光強度分布  $R(\lambda)$  と比  $I_{30}/I_{10}$ 、出力  $I_{20}$  及び比  $I_{20}/I_{10}$  とが対応付けられた第 2 の対応表を作成し、作成した第 2 の対応表を校正用光源 100 の記憶部 120 に記憶する。

#### 【0085】

そして、校正時において、制御部 101 は、出力  $I_3$  と出力  $I_1$  との比  $I_3/I_1$ 、出力  $I_2$ 、及び出力  $I_2$  と出力  $I_1$  との比  $I_2/I_1$  を温度について補間して、モニタされた温度  $T$  での相対分光強度分布  $R(\lambda)$  と比  $I_3/I_1$ 、出力  $I_2$ 、及び比  $I_2/I_1$  との対応表を作成し、作成された対応表に基づいて、 $R(\lambda)$  を比  $I_3/I_1$  について補間して、モニタされた比  $I_3/I_1$  に対応する相対分光強度分布  $R(\lambda)$  と出力  $I_2$  及び比  $I_2/I_1$  とを算出する。

#### 【0086】

次に、被校正分光輝度計 200 の第 3 の対応表の設定手順について説明する。図 7 は、被校正分光輝度計 200 の第 3 の対応表の設定における分光輝度計の校正システムを示す図である。図 7 に示す分光輝度計の校正システムは、被校正分光輝度計 200、基準モノクロメータ 303 及びシステム制御部 300 を備えて構成される。

#### 【0087】

システム制御部 300 は、基準モノクロメータ 303 に輝線光源 102 の出力波長近傍の波長を有する複数の単色光を所定波長間隔で出力させ、被校正分光輝度計 200 のハウジング 206 に形成された開口部 206a に当該単色光を入射させる。なお、本実施形態におけるシステム制御部 300 は、基準モノクロメー

タ 303 に輝線光源 102 の出力波長 650 nm 近傍の 644 nm から 656 nm の単色光を 2 nm ピッチで出力させる。被校正分光輝度計 200 に入射した単色光は、収束光学系 202 を透過して絞り 203 に入射する。絞り 203 を通過した単色光は、コンデンサレンズ 204 により集められて受光部 205 に入射し、波長毎に分散されて受光部 205 の各受光センサ  $S_n$  によって受光される。

#### 【0088】

システム制御部 300 は、各受光センサ  $S_n$  からの出力  $Q_n$  を取得し、各単色光に対する輝線光源 102 の出力波長近傍の受光センサの出力  $Q_n$  ( $n = 48 \sim 52$ ) と、各輝線波長に対応する 3 つの比  $Q_{48}/Q_{50}$ ,  $Q_{49}/Q_{51}$ ,  $Q_{50}/Q_{52}$  とを算出する。システム制御部 300 は、算出された比  $Q_{48}/Q_{50}$ ,  $Q_{49}/Q_{51}$ ,  $Q_{50}/Q_{52}$  を単色光の波長  $\lambda_m$  と対応付けた第 3 の対応表を作成し、作成した第 3 の対応表を被校正分光輝度計 200 の記憶部 220 に記憶させる。下記の表 3 は、上述のようにして作成された第 3 の対応表の一例を示すものである。

#### 【0089】

【表 3】

輝線 波長	$\lambda$ m	644nm	646nm	648nm	650nm	652nm	654nm	656nm
	Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>1</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>2</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>3</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>4</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>5</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>6</sub>	(Q <sub>48</sub> /Q <sub>50</sub> ) <sub>7</sub>
	Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>1</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>2</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>3</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>4</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>5</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>6</sub>	(Q <sub>49</sub> /Q <sub>51</sub> ) <sub>7</sub>
	Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>1</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>2</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>3</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>4</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>5</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>6</sub>	(Q <sub>50</sub> /Q <sub>52</sub> ) <sub>7</sub>
出力比								

【 0 0 9 0 】

表3に示すように、例えば、単色光の波長 $\lambda_m$ が644nmである場合、出力 $Q_{48}$ と出力 $Q_{50}$ との比 $Q_{48}/Q_{50}$ は、 $(Q_{48}/Q_{50})_1$ となり、出力 $Q_{49}$ と出力 $Q_{51}$ との比 $Q_{49}/Q_{51}$ は、 $(Q_{49}/Q_{51})_1$ となり、出力 $Q_{50}$ と出力 $Q_{52}$ との比 $Q_{50}/Q_{52}$ は、 $(Q_{50}/Q_{52})_1$ となる。このように、システム制御部300は、単色光の波長 $\lambda_m$ と各輝線波長に対応する3つの比 $Q_{48}/Q_{50}$ 、 $Q_{49}/Q_{51}$ 、 $Q_{50}/Q_{52}$ とが対応付けられた第3の対応表を作成し、作成した第3の対応表を被校正分光輝度計200の記憶部220に記憶する。

#### 【0091】

そして、校正時において、制御部201は、校正用光源100の輝線波長 $\lambda_{LD}$ を測定した場合に3つの出力比 $Q_n/Q_{n+2}$ の中で最も1に近い比 $Q_n/Q_{n+2}$ を選択して、表3に示す第3の対応表の $\lambda_m$ を比 $Q_n/Q_{n+2}$ について補間して、測定された比 $Q_n/Q_{n+2}$ に対応する波長 $\lambda_m$ を算出する。

#### 【0092】

ここまでは、分光輝度計の波長及び分光感度についてユーザ側で再校正するための分光輝度計の校正システムについて説明してきたが、分光輝度計の受光部205は、迷光レベルや半値幅も経時的に変化する可能性がある。そこで、この分光輝度計の迷光レベルや半値幅を確認することが可能な分光輝度計の校正システムについて以下に説明する。

#### 【0093】

図8は、被校正分光輝度計の半値幅の推定について説明するための図である。なお、図8において、縦軸は相対分光感度を示し、横軸は波長を示している。図8に示すように、輝線波長 $\lambda_{LD}$ 近傍の複数の受光センサ $S_n$  ( $n=48\sim52$ )の分光感度が、ガウス関数などの数学関数で近似でき、ほぼ相似であれば、複数の受光センサ $S_n$ の中心波長 $\lambda_{cn}$ と出力 $Q_n$ によって与えられる座標( $\lambda_{cn}$ ,  $Q_n$ )にフィットする前記数学関数 $G_{LD}(\lambda)$ は複数の受光センサ $S_n$ の分光感度を近似し、半値幅の近似値を与える。なお、ここでは、前記数学関数をガウス関数とする。

#### 【0094】

ガウス関数は、下記の(2)式で定義され、その形状を決めるには、3つの定

数である中心波長 $\lambda_c$ 、半値幅 $\Delta\lambda$ 及び振幅 $A$ の最適値を最小自乗法で求めればよい。なお、下記の(2)式において、 $C=2 \cdot \ln(2)$ である。

$$G(\lambda) = A \cdot \exp \left[ - \left\{ (\lambda - \lambda_c) / (\Delta\lambda / C) \right\}^2 \right] \cdots (2)$$

#### 【0095】

システム制御部300は、最小自乗法で推定された $G(\lambda)$ の半値幅 $\Delta\lambda$ を、あらかじめ記憶されている工場での校正時に推定した $G_0(\lambda)$ の半値幅 $\Delta\lambda_0$ と比較することで半値幅の変化を検知することができる。

#### 【0096】

また、被校正分光輝度計200で校正用光源100の輝線出力を測定したとき、波長 $\lambda_{LD}$ で分光感度が0である輝線波長 $\lambda_{LD}$ から十分離れた受光センサ（例えば、受光センサ $S_{30}$ ）の出力 $Q_{30}$ は、迷光レベルの指標となる。輝線光源102の出力変化をキャンセルするために、輝線強度 $Q(\lambda_{LD})$ と相対比較する必要があるが、出力波長が645nmから655nmの間に分布する輝線光源102の場合、輝線強度 $Q(\lambda_{LD})$ を直接求めることができない。しかしながら、前述の半値幅を推定するために求めたガウス関数 $G(\lambda)$ の振幅 $A$ は、輝線強度 $Q(\lambda_{LD})$ を近似した値となる。したがって、システム制御部300は、受光センサ $S_{30}$ の出力 $Q_{30}$ と振幅 $A$ との比 $Q_{30}/A$ を求め、予め記憶されている工場での校正時の比 $(Q_{30}/A)_0$ と比較することによって、迷光レベルの変化を検知することができる。

#### 【0097】

なお、迷光レベル及び半値幅の変化はユーザ側では補正することができないが、波長校正時に確認し、迷光レベル及び半値幅の変化量が許容範囲を超えた場合、ユーザに報知することによって、例えば、分光輝度計の工場への返送を促すことができる。

#### 【0098】

次に、分光輝度計の校正システムの動作について説明する。図9は、分光輝度計の校正システムの動作を示すフローチャートである。

#### 【0099】

ステップS1において、システム制御部300は、被校正分光輝度計200の



受光部 205 の半値幅  $\Delta\lambda$  を算出する。

【0100】

ステップ S2 において、システム制御部 300 は、算出された半値幅  $\Delta\lambda$  から、工場での校正時に算出された初期半値幅  $\Delta\lambda_0$  を減算した半値幅の変化量 ( $\Delta\lambda - \Delta\lambda_0$ ) と、あらかじめ設定されている所定の限度値とを比較する。なお、半値幅の変化は輝線波長に対する隣接センサの出力比に変化をもたらし、輝線波長推定値に誤差を生じさせる。したがって、所定の限度値は、輝線波長推定値の誤差が要求仕様を満たす限度の半値幅の変化量として与えられる。ここで、変化量 ( $\Delta\lambda - \Delta\lambda_0$ ) が限度値より小さい場合 (ステップ S2 で YES)、ステップ S4 に移行し、変化量 ( $\Delta\lambda - \Delta\lambda_0$ ) が限度値以上である場合 (ステップ S2 で NO)、ステップ S3 に移行する。

【0101】

ステップ S3 において、システム制御部 300 は、半値幅  $\Delta\lambda$  が異常であることをユーザに対して警告し、分光輝度計を校正するための動作を終了する。具体的には、分光輝度計の校正システムは、半値幅が異常であることをユーザに対して報知するための半値幅警告報知部 (例えば、LED や LCD 等で構成される) をさらに備えており、ユーザは、この半値幅警告報知部によって半値幅が異常であることを確認することができる。なお、半値幅警告報知部としては、半値幅が異常である旨を表示する半値幅警告表示部を含む。

【0102】

ステップ S4 において、システム制御部 300 は、被校正分光輝度計 200 の受光部 205 の迷光レベルをチェックする。具体的には、システム制御部 300 は、輝線波長  $\lambda_{LD}$  で分光感度が 0 となるような、輝線波長  $\lambda_{LD}$  から十分離れた波長の光を検出する受光センサ S30 の出力  $Q_{30}$  と、ガウス関数  $G(\lambda)$  によって得られる振幅  $A$  との比  $Q_{30}/A$  を算出する。

【0103】

ステップ S5 において、システム制御部 300 は、算出された比  $Q_{30}/A$  から、工場での校正時に算出された初期比 ( $Q_{30}/A$ )<sub>0</sub> を減算した迷光レベルの変化量  $|(Q_{30}/A) - (Q_{30}/A)_0|$  と、あらかじめ設定されている所定の限

度値とを比較する。なお、所定の限度値は、例えば J I S 2 8 7 2 4 が規定する迷光レベル（500 nm カットオフフィルタ挿入時の 450 nm のレベルが、フィルタ挿入前の 1 % 以下となるレベル）に対応する値として与えられる。ここで、変化量  $|(Q_{30}/A) - (Q_{30}/A)_0|$  が限度値より小さい場合（ステップ S 5 で YES）、ステップ S 7 に移行し、変化量  $|(Q_{30}/A) - (Q_{30}/A)_0|$  が限度値以上である場合（ステップ S 5 で NO）、ステップ S 6 に移行する。

#### 【0104】

ステップ S 6 において、システム制御部 300 は、迷光レベルが異常であることをユーザに対して警告し、分光輝度計を校正するための動作を終了する。具体的には、分光輝度計の校正システムは、迷光レベルが異常であることをユーザに対して報知するための迷光警告報知部（例えば、LED や LCD 等で構成される）をさらに備えており、ユーザは、この迷光警告報知部によって迷光レベルが異常であることを確認することができる。なお、迷光警告報知部としては、迷光レベルが異常である旨を表示する迷光警告表示部を含む。

#### 【0105】

ステップ S 7 において、システム制御部 300 は波長校正処理を行う。なお、この波長校正処理については、図 10 を用いて後述する。

#### 【0106】

ステップ S 8 において、システム制御部 300 は、分光感度を校正する分光感度校正処理を行う。なお、この分光感度校正処理については、図 11 を用いて後述する。

#### 【0107】

このように、分光輝度計の校正システムでは、半値幅及び迷光レベルのチェックが行われ、当該半値幅及び迷光レベルに問題がなければ、波長の校正及び分光感度の校正が行われる。

#### 【0108】

図 10 は、図 9 のステップ S 7 における波長校正処理の動作を示すフローチャートである。

**【0109】**

ステップS11において、制御部101は、輝線光源102を点灯するよう制御し、輝線光源102は、輝線波長の輝線を出力する。

**【0110】**

ステップS12において、制御部101は、第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tを測定するように温度センサ109を制御し、温度センサ109は、第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tを測定する。温度センサ109によって測定された温度Tは、制御部101に出力される。

**【0111】**

ステップS13において、制御部101は、温度センサ109によって測定された第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定状態にあるか否かを判断する。なお、制御部101は、温度Tの前回測定時からの変化量が基準値以下である場合、安定状態にあると判断する。ここで、第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定状態にあると判断されると（ステップS13でYES）、ステップS14に移行する。第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定状態にないと判断されると（ステップS13でNO）、ステップS12に戻るることとなり、温度センサ109によって測定される第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定するまで測定が繰り返し行われる。

**【0112】**

ステップS14において、制御部101は、温度Tが補間可能な $T_1 < T < T_3$ の範囲にあるか否かを判定する。ここで、補間可能な範囲外であると判定されると（ステップS14でNO）、ステップS15に移行し、補間可能な範囲内であると判定されると（ステップS14でYES）、ステップS16に移行する。

**【0113】**

ステップS15において、制御部101は、温度センサ109によって測定される第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが補間可能な範囲外であることを示す警告を行い、ステップS12に戻るることとなる。

## 【0114】

ステップS16において、制御部101は、第1モニタセンサ106、第2モニタセンサ107及び温度センサ109を制御し、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ 、第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ 及び温度センサ109の出力温度 $T$ を測定する。

## 【0115】

ステップS17において、制御部101は、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ を算出する。

## 【0116】

ステップS18において、制御部101は、算出された第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ が安定状態にあるか否かを判断する。なお、制御部101は、比 $I_1/I_2$ の前回測定時からの変化量が基準値以下である場合、安定状態にあると判断する。ここで、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ が安定状態にあると判断されると（ステップS18でYES）、ステップS19及びステップS21に移行する。第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ が安定状態にないと判断されると（ステップS18でNO）、ステップS16に戻ることであり、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ が安定するまで測定が繰り返し行われる。

## 【0117】

ステップS19において、制御部101は、記憶部120にあらかじめ記憶されている第1の対応表（表1参照）の各温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ での第1モニタセンサ106の出力 $I_{10}$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_{20}$ との比 $I_{10}/I_{20}$ を、温度 $T$ について補間し、温度センサ109によって測定された温度 $T$ に対応する比 $I_{10}/I_{20}$ と、輝線波長の推定値 $\Delta_{LD}$ とを対応付ける対応表を新たに作成する。

## 【0118】

ステップS20において、制御部101は、第1モニタセンサ106の出力 $I$

$I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ に対応する輝線波長の推定値 $\Delta_{LD}$ を、新たに作成された対応表を比 $I_{10}/I_{20}$ について補間することによって算出する。制御部101は、算出された推定値 $\Delta_{LD}$ をシステム制御部300に出力する。

#### 【0119】

一方、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ との比 $I_1/I_2$ が安定状態にあると判断されると、校正用光源100の輝線光源102の出力光を被校正分光輝度計200により測定する。

#### 【0120】

ステップS21において、制御部201は、各受光センサ $S_n$  ( $n=48\sim 52$ )からの出力 $Q_n$  ( $n=48\sim 52$ )を取得する。

#### 【0121】

ステップS22において、制御部201は、受光センサ $S_n$ の出力 $Q_n$ と受光センサ $S_{n+2}$ の出力 $Q_{n+2}$ との比 $Q_n/Q_{n+2}$ の中で、1に最も近い比 $Q_n/Q_{n+2}$ を選択し、選択された比 $Q_n/Q_{n+2}$ に対応する輝線波長 $\lambda_m$ を、記憶部220にあらかじめ記憶されている第3の対応表(表3参照)を比 $Q_n/Q_{n+2}$ について補間することによって算出する。制御部201は、算出された輝線波長 $\lambda_m$ をシステム制御部300に出力する。

#### 【0122】

ステップS23において、システム制御部300は、制御部201より入力される輝線波長 $\lambda_m$ から制御部101より入力される推定値 $\Delta_{LD}$ を減算し、減算値 $d\lambda (= \lambda_m - \Delta_{LD})$ を波長変化量として被校正分光輝度計200の制御部201に記憶する。

#### 【0123】

ステップS24において、システム制御部300は、各受光センサの分光感度を $d\lambda$ 分シフトして校正する。

#### 【0124】

ステップS25において、制御部101は、輝線光源102を消灯するよう制御し、出力波長校正処理を終了する。

## 【0125】

このように、校正用光源 100 が備える輝線光源 102 によって、既知の輝線波長の輝線が出力され、被校正分光輝度計 200 によって、校正用光源 100 の輝線出力が測定され、システム制御部 300 によって、被校正分光輝度計 200 が校正用光源 100 の輝線出力を測定した場合に、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光センサ  $S_n$  からの出力  $Q_n$  の相対比  $Q_n / Q_{n+2}$  から輝線出力の波長  $\lambda_m$  が推定され、推定された輝線出力の波長  $\lambda_m$  と既知の輝線波長  $\Lambda_m$  との差から波長変化量  $d\lambda$  が推定され、この波長変化量  $d\lambda$  が受光センサ  $S_n$  の全測定波長域に一樣な波長シフト量として校正される。

## 【0126】

したがって、校正用光源 100 を用いて受光センサ  $S_n$  の分光感度の波長変化量を推定することによって、分光輝度計 200 の波長の再校正をユーザ側で行うことができ、ユーザは、十分な頻度で分光輝度計の波長校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計 200 を使用することができる。また、校正用光源 100 は分光輝度計 200 に比べて構造も簡単で使用頻度も低いので経時変化しにくく、年に一回程度、工場あるいはサービス拠点に返送して再校正することで精度を維持することができる。

## 【0127】

また、被校正分光輝度計 200 には、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光センサ  $S_n$  からの出力比と、輝線出力の波長との第 3 の対応表が予め記憶されており、システム制御部 300 によって、被校正分光輝度計 200 によって測定された各出力の相対比と第 3 の対応表とから輝線出力の波長が推定され、推定された輝線出力の波長と既知の輝線波長との差から波長変化量が推定され、この波長変化量が受光センサ  $S_n$  の全測定波長域に一樣な波長シフト量として校正される。したがって、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光センサ  $S_n$  からの出力比から簡単なアルゴリズムで輝線出力の波長を推定することができる。

## 【0128】

また、可視 LD 102 の出力波長近傍で、互いに異なる分光感度を有する第 1

及び第2モニタセンサ106, 107の出力比から可視LD102の出力波長が推定され、推定された可視LD102の出力波長が被校正分光輝度計200に出力されるので、低価格で十分な輝線出力を有し、耐衝撃性、寿命に優れる可視LDを輝線光源として用いて精度の高い分光輝度計200の再校正ができる。

#### 【0129】

また、校正用光源100には、第1及び第2モニタセンサ106, 107の出力比と、可視LD102の出力波長との第1の対応表が予め記憶されており、制御部101によって、第1及び第2モニタセンサ106, 107の出力比と第1の対応表とから可視LD102の出力波長が推定されるので、第1及び第2モニタセンサ106, 107の出力比から簡単なアルゴリズムで可視LDの出力波長を推定することができる。

#### 【0130】

図11は、図9のステップS8における分光感度校正処理の動作を示すフローチャートである。

#### 【0131】

ステップS31において、制御部101は、白熱光源103を点灯するように制御し、白熱光源103は、複数の波長からなる白色光を出力する。

#### 【0132】

ステップS32において、制御部101は、第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tを測定するように温度センサ109を制御し、温度センサ109は、第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tを測定する。温度センサ109によって測定された温度Tは、制御部101に出力される。

#### 【0133】

ステップS33において、制御部101は、温度センサ109によって測定された第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定状態にあるか否かを判断する。なお、制御部101は、温度Tの前回測定時からの変化量が基準値以下である場合、安定状態にあると判断する。ここで、第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定状態にあると判断されると（ステ

ップS33でYES)、ステップS34に移行する。第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定状態にないと判断されると(ステップS33でNO)、ステップS32に戻る事となり、温度センサ109によって測定される第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが安定するまで測定が繰り返し行われる。

#### 【0134】

ステップ34において、制御部101は、温度Tが補間可能な $T_1 < T < T_3$ の範囲にあるか否かを判定する。ここで、補間可能な範囲外であると判定されると(ステップS34でNO)、ステップS35に移行し、補間可能な範囲内であると判定されると(ステップS34でYES)、ステップS36に移行する。

#### 【0135】

ステップS35において、制御部101は、温度センサ109によって測定される第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の温度Tが補間可能な範囲外であることを示す警告を行い、ステップS32に戻る事となる。

#### 【0136】

ステップS36において、制御部101は、第1モニタセンサ106、第2モニタセンサ107、第3モニタセンサ108及び温度センサ109を制御し、第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ 、第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ 、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ 及び温度センサ109の出力温度Tを測定する。

#### 【0137】

ステップS37において、制御部101は、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ を算出する。

#### 【0138】

ステップS38において、制御部101は、算出された第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ が安定状態にあるか否かを判断する。なお、制御部101は、比 $I_3/I_1$ の前回測定時からの変化量が基準値以下である場合、安定状態にあると判断する。ここで、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ が安定状態にあると判断されると(ステップS38でYES)、ステップS39及び



ステップS42に移行する。第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ が安定状態にないと判断されると（ステップS38でNO）、ステップS36に戻ることであり、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ が安定するまで測定が繰り返し行われる。なお、温度 $T$ 及び比 $I_3/I_1$ の安定性判断のための基準値は、各々が与える分光強度分布推定誤差と要求される分光感度校正精度を勘案して設定される。

#### 【0139】

ステップS39において、制御部101は、記憶部120にあらかじめ記憶されている第2の対応表（表2参照）の各温度 $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ での第3モニタセンサ108の出力 $I_{30}$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_{10}$ との比 $I_{30}/I_{10}$ 、第2モニタセンサ107の出力 $I_{20}$ 及び第2モニタセンサ107の出力 $I_{20}$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_{10}$ との比 $I_{20}/I_{10}$ を温度 $T$ について補間し、温度センサ109によって測定された温度 $T$ に対応する比 $I_{30}/I_{10}$ 、出力 $I_{20}$ 及び比 $I_{20}/I_{10}$ と、相対分光強度分布 $R(\lambda)$ とを対応付ける対応表を新たに作成する。

#### 【0140】

ステップS40において、制御部101は、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ に対応する相対分光強度分布 $R(\lambda)$ を、新たに作成された対応表を比 $I_3/I_1$ について補間することによって算出する。

#### 【0141】

ステップS41において、制御部101は、算出された相対分光強度分布 $R(\lambda)$ と第2モニタセンサ107の出力 $I_2$ 及び第2の対応表における相対分光強度分布 $R(\lambda)$ に対応する出力 $I_{20}$ に基づいて分光強度分布 $P(\lambda)$ を推定し、推定された分光強度分布 $P(\lambda)$ をシステム制御部300に出力する。

#### 【0142】

一方、第3モニタセンサ108の出力 $I_3$ と第1モニタセンサ106の出力 $I_1$ との比 $I_3/I_1$ が安定状態にあると判断されると、校正用光源100の白熱光源

103の出力光を被校正分光輝度計200により測定する。

【0143】

ステップS42において、制御部201は、各受光センサ $S_n$  ( $n=0\sim60$ )を制御し、各受光センサ $S_n$ の出力 $Q_n$  ( $n=0\sim60$ )を取得する。制御部201は、取得した各受光センサ $S_n$ の出力 $Q_n$ をシステム制御部300に出力する。

【0144】

ステップS43において、システム制御部300は、校正用光源100の制御部101より入力される分光強度分布 $P(\lambda)$ と、被校正分光輝度計200の制御部201より入力される波長再校正済みの受光センサ $S_n$  ( $n=0\sim60$ )の分光感度とから得られるべき出力 $q_n$ を算出する。

【0145】

ステップS44において、システム制御部300は、算出された $q_n$ と実測値 $Q_n$ との受光センサ $S_n$ 毎の比 $q_n/Q_n$ を算出し、算出した比 $q_n/Q_n$ を感度補正係数として被校正分光輝度計200の制御部201に記憶する。

【0146】

ステップS45において、制御部101は、白熱光源103を消灯するよう制御し、分光感度校正処理を終了する。

【0147】

このように、校正用光源100が備える制御部101によって、互いに異なる分光感度を有する第1～第3モニタセンサ106, 107, 108の出力から白熱光源103の分光強度分布が推定され、被校正分光輝度計200によって、校正用光源100の出力光が測定される。そして、システム制御部300によって、分光強度分布推定部101bによって推定された分光強度分布 $P(\lambda)$ と被校正分光輝度計200から取得した波長再校正済みの各受光センサ $S_n$ の分光感度とに基づいて、被校正分光輝度計200が校正用光源100の出力光を測定した場合に各受光センサ $S_n$ から得られるべき推定出力 $q_n$ が求められ、求められた推定出力 $q_n$ と、実際に受光センサ $S_n$ から得られた出力 $Q_n$ との比 $q_n/Q_n$ が各受光センサ $S_n$ 毎に算出され、算出された比 $q_n/Q_n$ が被校正分光輝度計200に

記憶されることで感度校正が行われる。

#### 【0148】

したがって、被校正分光輝度計 200 が校正用光源 100 の出力光を測定した場合の、分光強度分布  $P(\lambda)$  と各受光センサ  $S_n$  の分光感度とに基づいて算出される各受光センサ  $S_n$  の推定出力  $q_n$  と、受光センサ  $S_n$  の出力  $Q_n$  との比  $q_n/Q_n$  を、分光輝度計の感度を校正するための感度補正係数として記憶しておくことによって、分光輝度計 200 の感度の再校正をユーザ側で行うことができ、ユーザは、十分な頻度で分光輝度計 200 の感度校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計 200 を使用することができる。

#### 【0149】

なお、本実施形態では、校正用光源 100 及び被校正分光輝度計 200 の外部にシステム制御部 300 を設けているが、本発明は特にこれに限定されず、校正用光源 100 の制御部 101 及び被校正分光輝度計 200 の制御部 201 のうちのいずれか一方にシステム制御部 300 の機能を持たせてもよい。この場合、システム制御部 300 の機能を有する PC（パーソナルコンピュータ）を介さずに校正用光源 100 と被校正分光輝度計 200 とを直接接続することができるので、構成を簡略化することができる。

#### 【0150】

また、第 1～第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 が内蔵されるアルミブロック 110 内の温度をペルチェ素子などの冷却効果のある素子を用いて一定温度に維持してもよい。この場合、アルミブロック 110 内の温度がペルチェ素子によって一定温度に維持されるので、第 1～第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 の温度補償が不要となり、第 1～第 3 モニタセンサ 106, 107, 108 の温度補償のための構成を省略し、校正用光源 100 に対応表を設定する作業時間を短縮することができる。

#### 【0151】

さらに、本発明に係る分光輝度計の校正システムは、受光部 205 の有する各受光センサ  $S_n$  が波長間隔 20 nm 程度で、30 nm 程度の広い半値幅の分光感度を有し、制御部が各受光センサ  $S_n$  の分光感度  $s_n(\lambda)$  とあらかじめ求められ

て記憶されている重み係数  $C_{xn}$ ,  $C_{yn}$ ,  $C_{zn}$  を用いて、下記の (3) ~ (5) 式により標準観察者の等色関数  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$  を近似する分光輝度計に適用してもよい。この場合、制御部は、想定される波長変化量に対応して、複数の重み係数をあらかじめ求めて記憶しておき、上述の校正システムによって推定された波長変化量に応じて、複数の重み係数の中から適切な重み係数を選択して入射光の三刺激値  $x$ ,  $y$ ,  $z$  を求める。

$$x(\lambda) = \sum C_{xn} \cdot s_n(\lambda) \cdot \dots \cdot (3)$$

$$y(\lambda) = \sum C_{yn} \cdot s_n(\lambda) \cdot \dots \cdot (4)$$

$$z(\lambda) = \sum C_{zn} \cdot s_n(\lambda) \cdot \dots \cdot (5)$$

#### 【0152】

例えば、受光部 205 が 20 nm ピッチで 400 ~ 700 nm までの 16 の受光センサを有し、制御部 201 は、0.1 nm ピッチで -1 nm から +1 nm までの 21 の波長変化量と対応する 21 組の係数  $(C_{xn})_k$ ,  $(C_{yn})_k$ ,  $(C_{zn})_k$  ( $k = 0 \sim 20$ ) を記憶する。制御部 201 は、記憶された波長変化量の中で、波長校正で求めた波長変化量に最も近似する誤差 ( $k = M$ ) と対応する係数  $(C_{xn})_k$ ,  $(C_{yn})_k$ ,  $(C_{zn})_k$  を選択する。そして、制御部 201 は、測定された各受光センサ  $S_n$  ( $n = 0 \sim 15$ ) の出力  $Q_n$  ( $n = 0 \sim 15$ ) を用いて、下記の (6) ~ (8) 式により入射光の三刺激値  $x$ ,  $y$ ,  $z$  を求める。

$$x = \sum (C_{xn})_M \cdot Q_n(\lambda) \cdot \dots \cdot (6)$$

$$y = \sum (C_{yn})_M \cdot Q_n(\lambda) \cdot \dots \cdot (7)$$

$$z = \sum (C_{zn})_M \cdot Q_n(\lambda) \cdot \dots \cdot (8)$$

#### 【0153】

このように、波長間隔が大きい分光輝度計において、波長変化量がもたらす三刺激値の誤差を最小にすることができる。

#### 【0154】

以上の説明では、被校正分光輝度計 200 は、輝線波長に隣接する測定波長の複数の受光センサの出力比から、校正用光源 100 の輝線出力の波長を推定しているが、前述の半値幅推定に用いた数学関数を用いて波長を推定することもできる。前述同様、数学関数をガウス関数とすれば、輝線波長近傍の複数の受光セン

サ  $S_n$  の出力  $Q_n$  ( $n = 48 \sim 52$ ) に最もフィットするガウス関数 (上記 (2) 式で示す) を求め、その中心波長  $\lambda_c$  を輝線出力の波長  $\lambda_m$  とする。この場合、工場では被校正分光輝度計 200 で校正用光源 100 と同じ構成の基準校正用光源の輝線出力を測定して、受光センサ  $S_n$  の出力  $Q_n$  ( $n = 48 \sim 52$ ) に最もフィットするガウス関数の  $\lambda_c$  から  $(\lambda_m)_0$  を求め、既知の輝線波長  $(\Lambda_m)_0$  との差  $(\delta\lambda)_0 = (\lambda_m)_0 - (\Lambda_m)_0$  を求めて記憶する。波長再校正時は、ユーザの基準分光輝度計 302 からの輝線出力を測定し、工場と同様のプロセスで  $\lambda_m$  を求め、既知の輝線波長  $\Lambda_m$  との差  $\delta\lambda = \lambda_m - \Lambda_m$  を求め、波長変化量  $d\lambda = \delta\lambda - (\delta\lambda)_0$  を求めて記憶する。この方法では、基準分光輝度計 302 から複数の単色光を出力して対応表を作成する必要がある。

#### 【0155】

##### (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態では、輝線光源として可視LDを用い、輝線光源の出力光をモニタセンサによってモニタしているが、第2の実施形態では、輝線光源としてバンドパスフィルタと組み合わせた3波長型の蛍光ランプを用い、輝線光源の出力光をモニタするモニタセンサを省略する。

#### 【0156】

図12は、第2の実施形態における校正用光源の輝線光源及び白熱光源付近の構成を示す図である。図12に示すように、本実施形態における校正用光源100は、輝線光源102'、白熱光源103及び拡散板104を備えて構成される。輝線光源102'は、3波長型の蛍光ランプ112及びバンドパスフィルタ113を備えて構成される。

#### 【0157】

図13は、輝線光源に3波長型の蛍光ランプを用いた場合のスペクトルを示す図である。なお、図13に示す縦軸は相対分光強度及び透過率を示し、横軸は波長を示している。

#### 【0158】

図13に示すように、3波長型の蛍光ランプは、546nm近傍に強い輝線G

Lを放射する。また、他の波長域でも輝線あるいは蛍光発光があるので、546 nmに中心波長を有するバンドパスフィルタBPFを3波長型の蛍光ランプに組み合わせることによって、他の波長域での発光を無視できるレベルに抑えることができる。

#### 【0159】

輝線GLの波長は、蛍光ランプの発光物質である水銀原子のエネルギーレベルに由来するので、個体差、温度依存性及び経時変化がなく常に安定している。したがって、輝線光源に可視LDを用いる第1の実施形態のように、輝線波長をモニタする必要がなく、さらに、被校正分光輝度計200に記憶させる輝線波長と受光部の輝線波長に隣接する受光センサの出力比との各対応表も出力波長の個体差を考慮する必要がなく、545 nm、546 nm及び547 nmの3点程度の輝線波長と受光センサの出力比との対応表のみを記憶すればよく、分光輝度計に対応表を設定する作業時間を短縮することができる。

#### 【0160】

また、波長校正に用いられるのは、輝線出力に対する輝線波長に隣接する受光センサの出力だけなので、前述のバンドパスフィルタ113は、図4に示す隣接する受光センサの分光感度が0でない波長範囲で発光を抑えればよく、サイドバンド除去フィルタを組み合わせる必要はない。

#### 【0161】

バンドパスフィルタ113の中心波長の精度については、輝線波長で必要な透過率が確保できる範囲の誤差は許容されるが、中心波長の誤差が大きい場合は、蛍光ランプ112から拡散板104に向かう光束のバンドパスフィルタ113への入射角を調整可能に配置することで、中心波長の誤差を抑えることができる。図14は、バンドパスフィルタの透過波長の調整を説明するための図であり、校正用光源の輝線光源及び白熱光源付近の構成を示す図である。図14に示すように、バンドパスフィルタ113が斜めに取り付けられた保持筒113aを、蛍光ランプ112の光軸112a周りの適切な方位で取り付けることで、蛍光ランプ112から拡散板104に向かう光束のバンドパスフィルタ113への入射角を調整する。干渉膜によるバンドパスフィルタ113の中心波長は、入射角が大き

くなるに従って短波長にシフトするので、光束のバンドパスフィルタ 113 への入射角を調整可能に構成することによって中心波長の誤差を抑えることができる。図 14 の 113 及び 113' の 2 方向を 8 分割するよう方位を 8 分割し、垂直入射での中心波長の目標値を想定誤差の上限に設定したバンドパスフィルタ 113 の個々の中心波長を測定して必要なシフト量が得られる方位を選択する。

#### 【0162】

なお、本実施形態では、輝線光源 102' を蛍光ランプ 112 及びバンドパスフィルタ 113 で構成しているが、本発明は特にこれに限定されず、輝線光源 102' を低圧水銀ランプで構成してもよい。図 15 は、低圧水銀ランプの輝線スペクトルを示す図である。なお、図 15 における縦軸は 253.7 nm を 100 % とした場合の相対出力強度を示し、横軸は波長を示している。図 15 に示すように、低圧水銀ランプは、546 nm 近傍に輝線を出力し、さらに輝線が独立しているので、蛍光ランプのようにバンドパスフィルタと組み合わせる必要がなく、輝線光源の構成を簡略化することができる。

#### 【0163】

本実施形態における輝線光源は、出力波長をモニタする必要がないため、分光輝度計に内蔵することができる。図 16 は、第 2 の実施形態における輝線光源を組み込んだ分光輝度計を示す図である。

#### 【0164】

図 16 において、分光輝度計 200' は、制御部 201、収束光学系 202、絞り 203、コンデンサレンズ 204、分光部 210 及び輝線光源 232 を備えて構成される。分光部 210 は、入射スリット 211、結像光学系 212、回折格子 213 及び受光センサアレイ 214 を備えて構成される。

#### 【0165】

測定光 L は、収束光学系 202 によって収束され、絞り 203 に入射する。絞り 203 を通過した光束は、コンデンサレンズ 204 によって集められて分光部 210 の入射スリット 211 に入射する。入射スリット 211 を通過した光束 211a は、結像光学系 212 によって平行光束となって、回折格子 213 に入射する。回折格子 213 に入射した平行光束は、波長毎に波長に応じて異なる方向

に分散反射し、再び結像光学系 212 に入射する。そして、結像光学系 212 は、受光センサアレイ 214 上に入射スリット 211 の波長分散像 211b を結像する。受光センサアレイ 214 は、光電変換素子が等間隔に配列されており、各光電変換素子は、受光した光強度に応じた電流を生成する。

#### 【0166】

一方、輝線光源 232 は、分光部 210 の入射スリット 211 の上方の収束光学系 202 側に配置される。輝線光源 232 は、3 波長型の蛍光ランプ 232a 及びバンドパスフィルタ 232b を備えて構成される。3 波長型の蛍光ランプ 232a は、制御部 201 によって、その発光タイミング及び発光時間が制御される。

#### 【0167】

そして、輝線光源 232 からの光束以外の光束（測定光 L）を遮光する場合には、収束光学系 202 の入射側に着脱可能な遮光キャップ 202a を装着する。遮光キャップ 202a は、例えば、輝線光源 232 より校正用の光が点灯されている間に測定光 L を遮光するために使用される。蛍光ランプ 232a を点灯すると、コンデンサレンズ 204 によって反射した光が迷光として分光部 210 の入射スリット 211 に入射し、入射した輝線光束を測定することで、外部に校正用光源を設けることなしに分光部 210 の波長校正を行うことができる。

#### 【0168】

さらに、本実施形態における輝線光源は、分光測色計に内蔵することができる。図 17 は、第 2 の実施形態における輝線光源を組み込んだ分光測色計を示す図である。

#### 【0169】

図 17 において、分光測色計 400 は、制御部 201、受光部 205、収束光学系 202 及び積分球 230 を備えて構成される。

#### 【0170】

積分球 230 は、その内壁に高拡散性、高反射率の例えば酸化マグネシウムや硫酸バリウム等の白色拡散反射塗料が塗布された中空の球で、内部に輝線光源 232 及び試料照明用光源としてキセノンフラッシュランプ（以下、単にランプと



もいう) 222を備え、ランプ222からの光線を内壁で多重反射して拡散光を生成するものである。

#### 【0171】

制御部201は、白色校正終了後、積分球230の試料用開口220aに白色板221を置いた状態で、輝線光源232を点灯させて白色板221を照明し、白色板221からの反射光を受光部205で測定することによって、外部に校正用光源を設けることなしに受光部205の波長校正を行うことができる。

#### 【0172】

なお、上述した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が主に含まれている。

#### 【0173】

(1) 既知の輝線波長の輝線を出力する校正用光源と、

入射される光を波長に応じて分散した光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する光電変換素子が配列されてなる受光部を備え、前記校正用光源の輝線出力を測定する被校正分光輝度計と、

前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の輝線出力を測定した場合に、前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部の相対出力から前記輝線出力の波長を推定し、推定した前記輝線出力の波長と前記既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して前記被校正分光輝度計を波長校正する波長校正部とを備えることを特徴とする分光輝度計の校正システム。

#### 【0174】

(2) 前記被校正分光輝度計は、前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部からの出力比と、前記輝線出力の波長との対応表を予め記憶しており、

前記波長校正部は、前記被校正分光輝度計によって測定された前記出力比と前記対応表とから前記輝線出力の波長を推定し、推定した前記輝線出力の波長と前記既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して前記被校正分光輝度計を波長校正することを特徴とする上記(1)記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0175】

(3) 前記校正用光源は、レーザ光を発光する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力波長近傍で、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力比から前記半導体レーザの出力波長を推定する出力波長推定部とを備えることを特徴とする上記(1)又は(2)記載の分光輝度計の校正システム。

【0176】

(4) 前記校正用光源は、前記複数のモニタ用センサの出力比と、前記半導体レーザの出力波長との対応表を予め記憶しており、

前記出力波長推定部は、前記複数のモニタ用センサからの出力比と前記対応表とから前記半導体レーザの出力波長を推定することを特徴とする上記(3)記載の分光輝度計の校正システム。

【0177】

(5) 前記校正用光源は、白熱光源と、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力から前記白熱光源の分光強度分布を推定する分光強度分布推定部とをさらに備え、

前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の出力光を測定した場合に、前記分光強度分布推定部によって推定された前記分光強度分布と、前記受光部の光電変換素子毎の分光感度とから前記受光部の出力を推定し、推定された前記受光部の出力と、実際の前記受光部の出力との比を光電変換素子毎に算出し、算出された光電変換素子毎の比を前記被校正分光輝度計に記憶させることで前記被校正分光輝度計を感度校正する感度校正部をさらに備えることを特徴とする上記(1)～(4)のいずれかに記載の分光輝度計の校正システム。

【0178】

この構成によれば、校正用光源が備える分光強度分布推定部によって、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサの出力から白熱光源の分光強度分布が推定され、被校正分光輝度計によって、校正用光源の出力光が測定され、感度校正部によって、被校正分光輝度計が校正用光源の出力光を測定した場合に、分光強度分布推定部によって推定された分光強度分布と、受光部の光電変換素子毎の分光感度とから受光部の出力が推定され、分光強度分布から推定された得ら

れるべき受光部の出力と、実際の受光部の出力との比が光電変換素子毎に算出され、算出された光電変換素子毎の比が被校正分光輝度計に記憶されることで被校正分光輝度計の感度校正が行われる。

#### 【0179】

したがって、被校正分光輝度計が校正用光源の出力光を測定した場合の分光強度分布から推定された受光部の出力と、実際の受光部の出力との比を、分光輝度計の感度を校正するための係数として記憶しておくことによって、分光輝度計の感度の再校正をユーザ側で行うことができ、ユーザは、十分な頻度で分光輝度計の感度校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計を使用することができる。

#### 【0180】

(6) 前記校正用光源は、前記複数のモニタ用センサの出力比と、前記白熱光源の相対分光強度分布との対応表を予め記憶しており、

前記分光強度分布推定部は、前記複数のモニタ用センサによってモニタされた出力比と前記対応表とから前記出力光の相対分光強度分布を推定することを特徴とする上記(5)記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0181】

この構成によれば、校正用光源には、複数のモニタ用センサの出力比と、白熱光源の相対分光強度分布との対応表が予め記憶されており、分光強度分布推定部によって、複数のモニタ用センサによってモニタされた出力比と、予め記憶されている対応表とから出力光の相対分光強度分布が推定される。したがって、複数のモニタ用センサによってモニタされた出力比から簡単なアルゴリズムで分光強度分布を推定することができる。

#### 【0182】

(7) 前記校正用光源は、前記複数のモニタ用センサの温度を検出する温度センサをさらに備え、

前記校正用光源は、前記複数のモニタ用センサの複数の温度に対応して前記対応表を複数記憶しており、

前記出力波長推定部及び前記分光強度分布推定部の少なくとも一方は、前記複数のモニタ用センサによって測定された出力比と、前記温度センサによって検出

された温度に対応する対応表とを用いて、前記半導体レーザの輝線波長及び前記白熱光源の分光強度分布の少なくとも一方を推定することを特徴とする上記（３）～（６）のいずれかに記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0183】

この構成によれば、校正用光源には、複数のモニタ用センサの複数の温度に対応した対応表が複数記憶されており、出力波長推定部及び分光強度分布推定部の少なくとも一方によって、複数のモニタ用センサによって測定された出力比と、複数のモニタ用センサの温度を検出する温度センサによって検出された温度に対応する対応表とが用いられて、半導体レーザの輝線波長及び白熱光源の分光強度分布の少なくとも一方が推定される。

#### 【0184】

したがって、複数のモニタ用センサの温度による変化の影響を受けずに半導体レーザの輝線波長及び白熱光源の分光強度分布を推定することができる。

#### 【0185】

（８）前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部からの出力により求めた輝線の強度と、前記輝線波長に感度を有しない波長での出力との比を求め、求めた比と予め記憶されている前記比の初期値とを比較することで前記被校正分光輝度計の迷光レベルの変化を推定する迷光レベル推定部をさらに備えることを特徴とする上記（１）記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0186】

この構成によれば、被校正分光輝度計によって校正用光源の輝線出力が測定され、迷光レベル推定部によって、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光部からの出力により求めた輝線の強度と、輝線波長に感度を有しない波長での出力との比が求められ、求められた比と予め記憶されている前記比の初期値とが比較されることで被校正分光輝度計の迷光レベルの変化が推定される。したがって、被校正分光輝度計の迷光レベルの変化が推定されることによって、ユーザは、分光輝度計の状況をより詳細に把握することができる。

#### 【0187】

（９）前記輝線波長に隣接する複数の測定波長における前記受光部からの出力

より前記受光部における前記輝線波長近傍での半値幅を求め、求めた半値幅と予め記憶されている前記半値幅の初期値とを比較することで前記被校正分光輝度計の半値幅の変化を推定する半値幅推定部をさらに備えることを特徴とする上記（1）記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0188】

この構成によれば、被校正分光輝度計によって校正用光源の輝線出力が測定され、半値幅推定部によって、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光部からの出力より受光部における輝線波長近傍での半値幅が求められ、求められた半値幅と予め記憶されている半値幅の初期値とが比較されることで被校正分光輝度計の半値幅の変化が推定される。したがって、被校正分光輝度計の半値幅の変化が推定されることによって、ユーザは、分光輝度計の状況をより詳細に把握することができる。

#### 【0189】

（10）白熱光源と、互いに異なる分光感度を有する複数のモニタ用センサと、前記複数のモニタ用センサの出力から前記白熱光源の分光強度分布を推定する分光強度分布推定部とを備える校正用光源と、

入射される光を波長に応じて分散した光を受光し、受光した各波長成分の光強度に応じた電気信号を出力する光電変換素子が配列されてなる受光部を備え、前記校正用光源の出力光を測定する被校正分光輝度計と、

前記被校正分光輝度計が前記校正用光源の出力光を測定した場合に、前記分光強度分布推定部によって推定された前記分光強度分布と、前記受光部の光電変換素子毎の分光感度とから前記受光部の出力を推定し、推定された前記受光部の出力と、実際の前記受光部の出力との比を光電変換素子毎に算出し、算出された光電変換素子毎の比を前記被校正分光輝度計に記憶させることで前記被校正分光輝度計を感度校正する感度校正部とを備えることを特徴とする分光輝度計の校正システム。

#### 【0190】

（11）前記被校正分光輝度計は、前記受光部の各測定波長での出力と、測定波長ごとの重み係数との積和で三刺激値を算出する場合、前記重み係数を前記波

長変化量に応じて修正し、修正した重み係数を用いて三刺激値を算出する三刺激値算出部をさらに備えることを特徴とする上記（１）記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0191】

この構成によれば、被校正分光輝度計が備える三刺激値算出部によって、受光部の各測定波長での出力と、測定波長ごとの重み係数との積和で三刺激値が算出される場合、重み係数を波長変化量に応じて修正し、修正した重み係数を用いて三刺激値が算出される。したがって、ユーザは、より正確な三刺激値を得ることができる。

#### 【0192】

（１２）前記被校正分光輝度計は、波長誤差毎の重み係数を予め算出して記憶しており、

前記三刺激値算出部は、予め記憶されている重み係数の中から前記波長変化量に対応する重み係数を選択して三刺激値を算出することを特徴とする上記（１１）記載の分光輝度計の校正システム。

#### 【0193】

この構成によれば、被校正分光輝度計には、波長誤差毎の重み係数が予め算出して記憶されており、三刺激値算出部によって、予め記憶されている重み係数の中から波長変化量に対応する重み係数が選択されて三刺激値が算出される。したがって、推定される波長変化量から簡単なアルゴリズムで測定対象の三刺激値を算出することができることができる。

#### 【0194】

##### 【発明の効果】

請求項１に記載の発明によれば、校正用光源を用いて受光部が受光する光の波長変化量を推定することによって、分光輝度計の波長の再校正をユーザ側で行うことができ、十分な頻度で分光輝度計の波長校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計を使用することができる。

#### 【0195】

請求項２に記載の発明によれば、輝線波長に隣接する複数の測定波長における

受光部からの出力比から簡単なアルゴリズムで輝線出力の波長を推定することができる。

【0196】

請求項3に記載の発明によれば、低価格で十分な輝線出力を有し、耐衝撃性、寿命に優れる半導体レーザを輝線光源として用いて精度の高い分光輝度計の再校正ができる。

【0197】

請求項4に記載の発明によれば、複数のモニタ用センサからの出力比から簡単なアルゴリズムで半導体レーザの出力波長を推定することができる。

【0198】

請求項5に記載の発明によれば、被校正分光輝度計が校正用光源の出力光を測定した場合の受光部の出力と得られるべき受光部の出力との比を、分光輝度計の感度を校正するための係数として記憶しておくことによって、分光輝度計の感度の再校正をユーザ側で行うことができ、十分な頻度で分光輝度計の感度校正を行うことで常に高い精度で分光輝度計を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態における分光輝度計の校正システムの構成を示す図である。

【図2】 校正用光源の相対分光強度とモニタセンサにおけるフィルタの分光透過率とを示す図である。

【図3】 校正用光源のコリメータ光学系とモニタセンサとを拡散板の方向から見た図である。

【図4】 輝線光源の輝線波長と、輝線波長近傍の5つの受光センサの相対分光感度を示す図である。

【図5】 校正用光源の第1の対応表の設定における分光輝度計の校正システムを示す図である。

【図6】 校正用光源の第2の対応表の設定における分光輝度計の校正システムを示す図である。

【図7】 被校正分光輝度計の第3の対応表の設定における分光輝度計の校

正システムを示す図である。

【図 8】 被校正分光輝度計の半値幅の推定について説明するための図である。

【図 9】 分光輝度計の校正システムの動作を示すフローチャートである。

【図 10】 図 9 のステップ S 7 における出力波長校正処理の動作を示すフローチャートである。

【図 11】 図 9 のステップ S 8 における分光感度校正処理の動作を示すフローチャートである。

【図 12】 第 2 の実施形態における校正用光源の輝線光源及び白熱光源付近の構成を示す図である。

【図 13】 輝線光源に 3 波長型の蛍光ランプを用いた場合のスペクトルを示す図である。

【図 14】 バンドパスフィルタの透過波長の調整を説明するための図である。

【図 15】 低圧水銀ランプの輝線スペクトルを示す図である。

【図 16】 第 2 の実施形態における輝線光源を組み込んだ分光輝度計を示す図である。

【図 17】 第 2 の実施形態における輝線光源を組み込んだ分光測色計を示す図である。

【図 18】 従来の分光輝度計における分光部の構成を示す図である。

【図 19】 ポリクロメータの受光センサアレイの各受光センサの分光感度を示す図である。

#### 【符号の説明】

1 分光輝度計の校正システム

100 校正用光源

101 制御部

102 輝線光源

103 白熱光源

104 拡散板

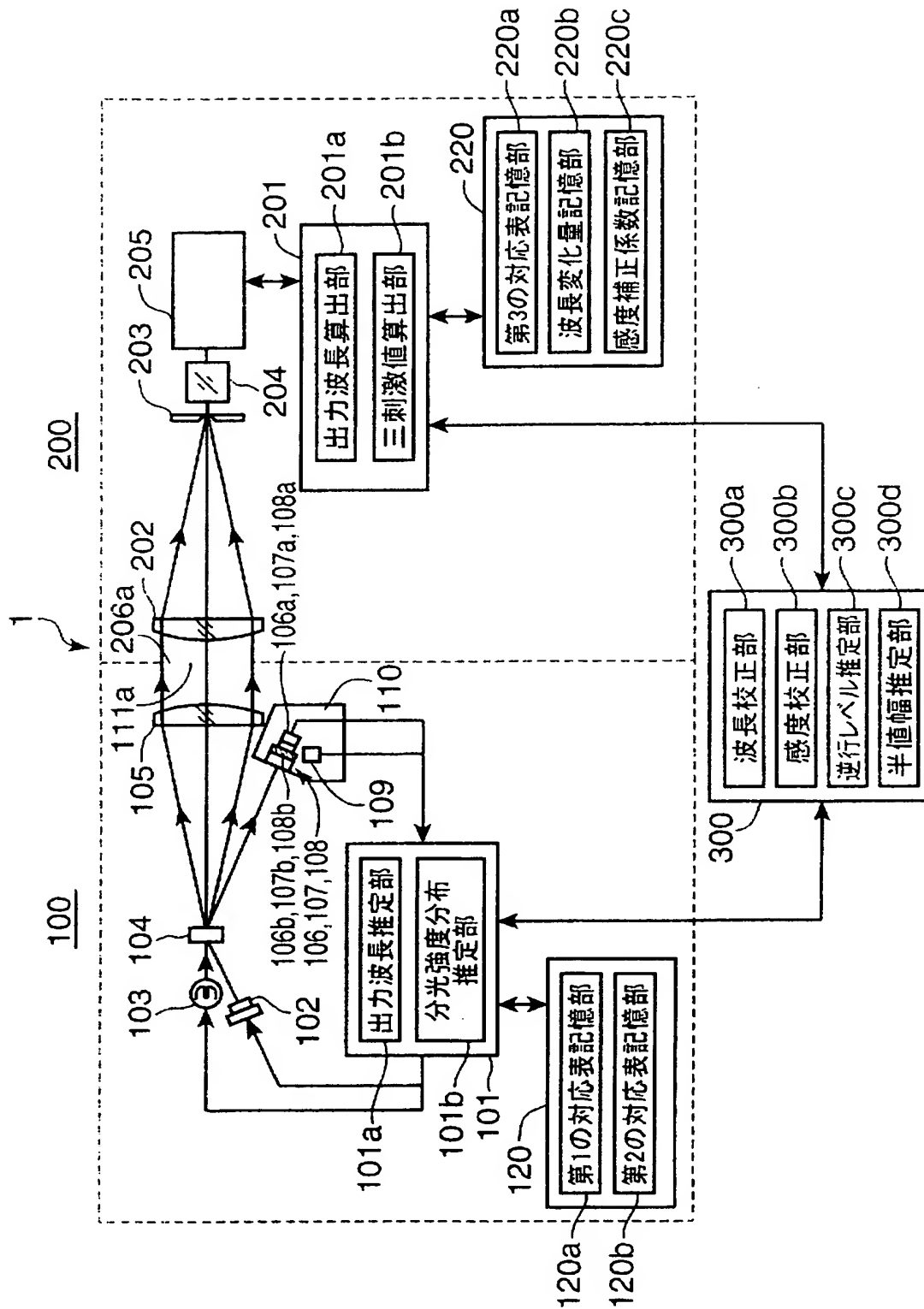


- 1 0 5 コリメータ光学系
- 1 0 6 第 1 モニタセンサ
- 1 0 7 第 2 モニタセンサ
- 1 0 8 第 3 モニタセンサ
- 1 0 9 温度センサ
- 1 1 0 アルミブロック
- 2 0 0 被校正分光輝度計
- 2 0 1 制御部
- 2 0 2 収束光学系
- 2 0 3 絞り
- 2 0 4 コンデンサレンズ
- 2 0 5 受光部
- 3 0 0 システム制御部

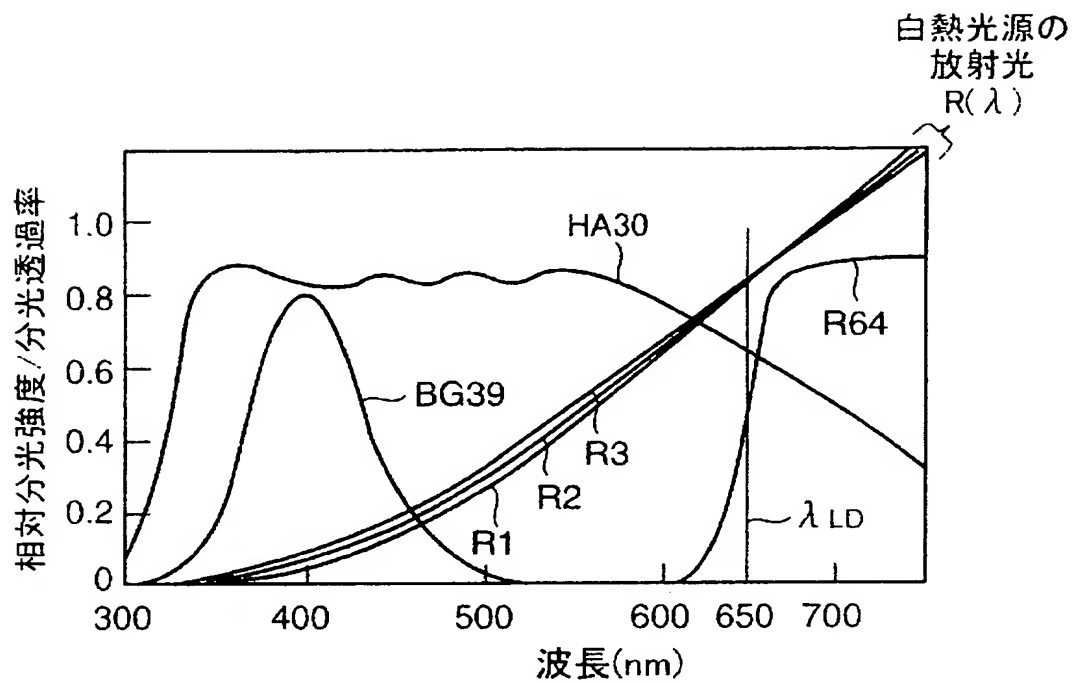
【書類名】

図面

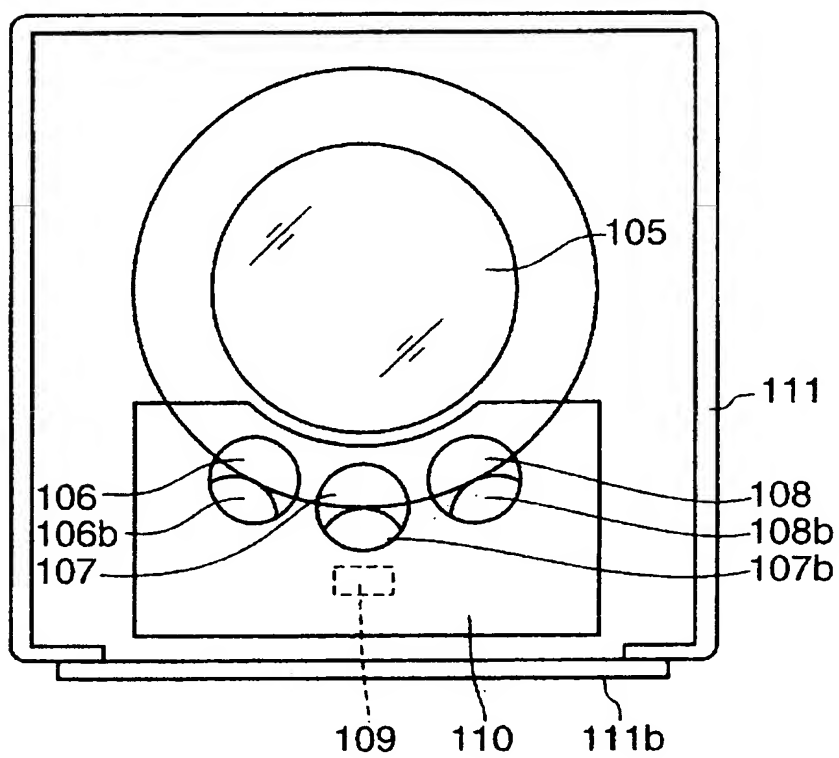
【図 1】



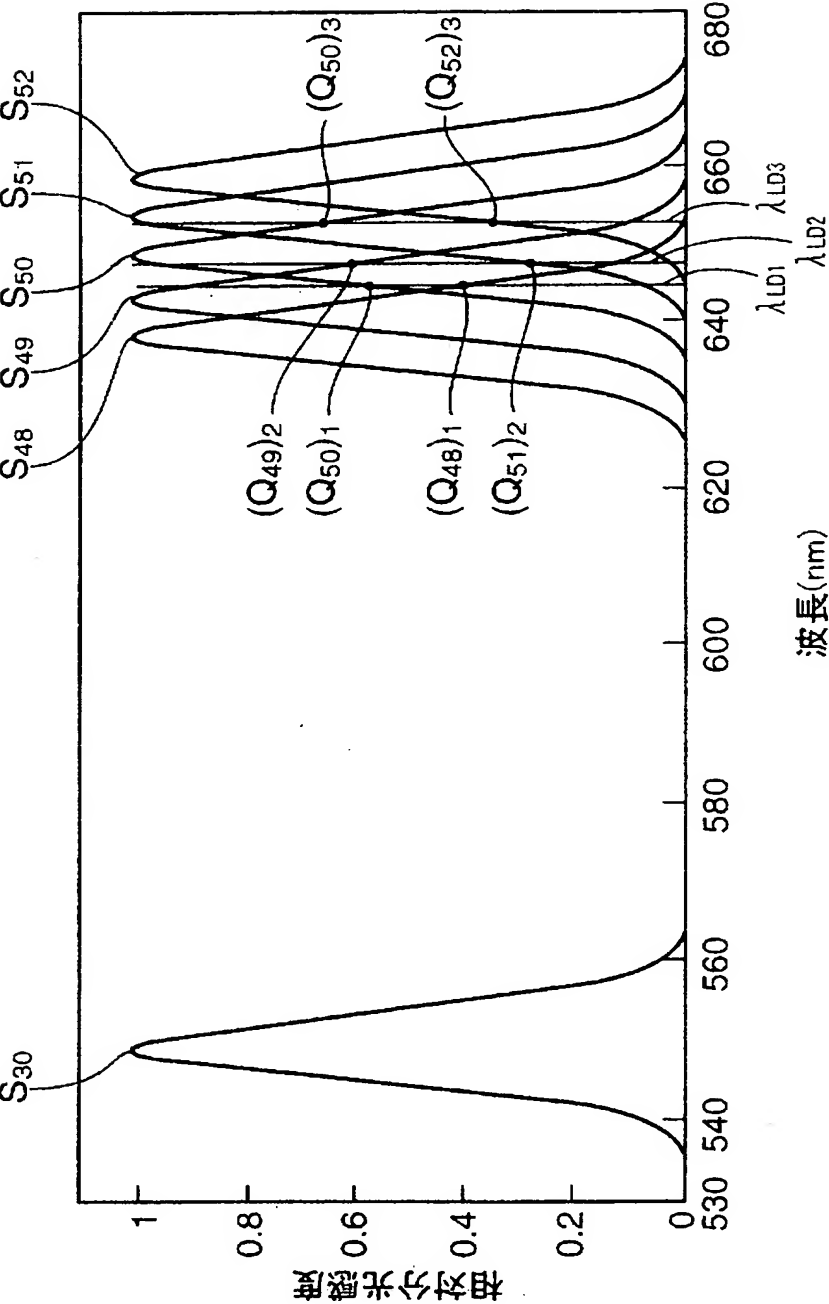
【図 2】



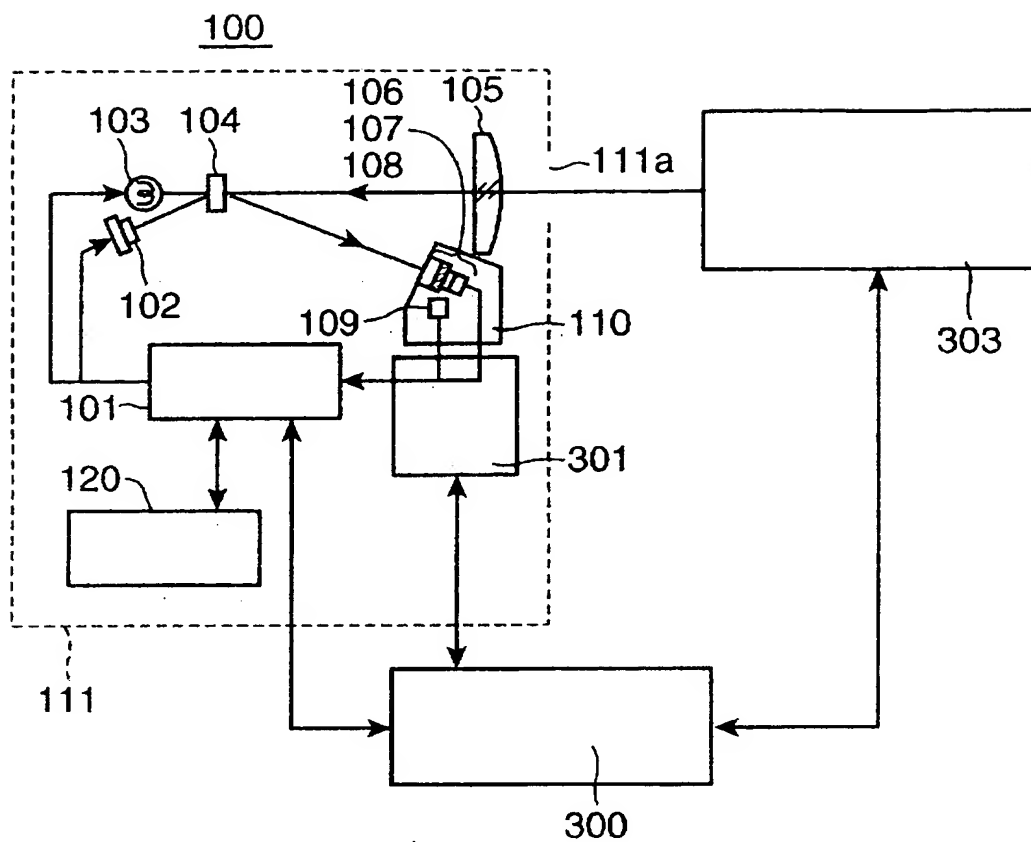
【図 3】



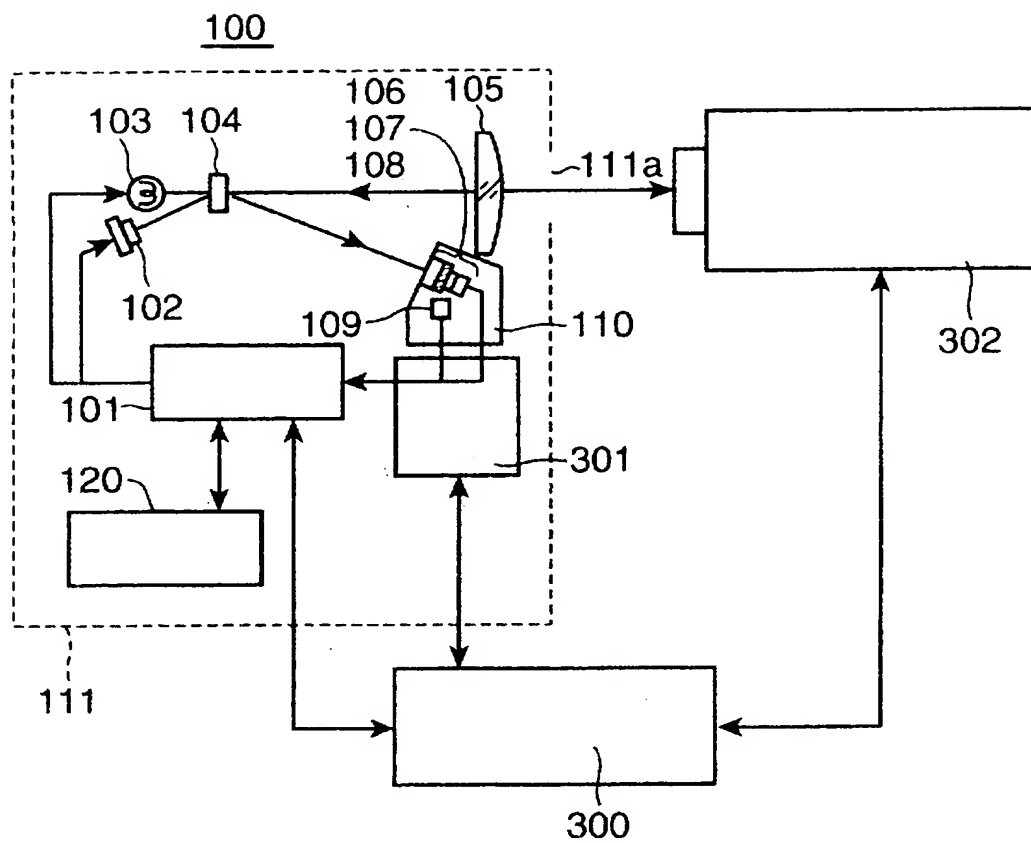
【図 4】



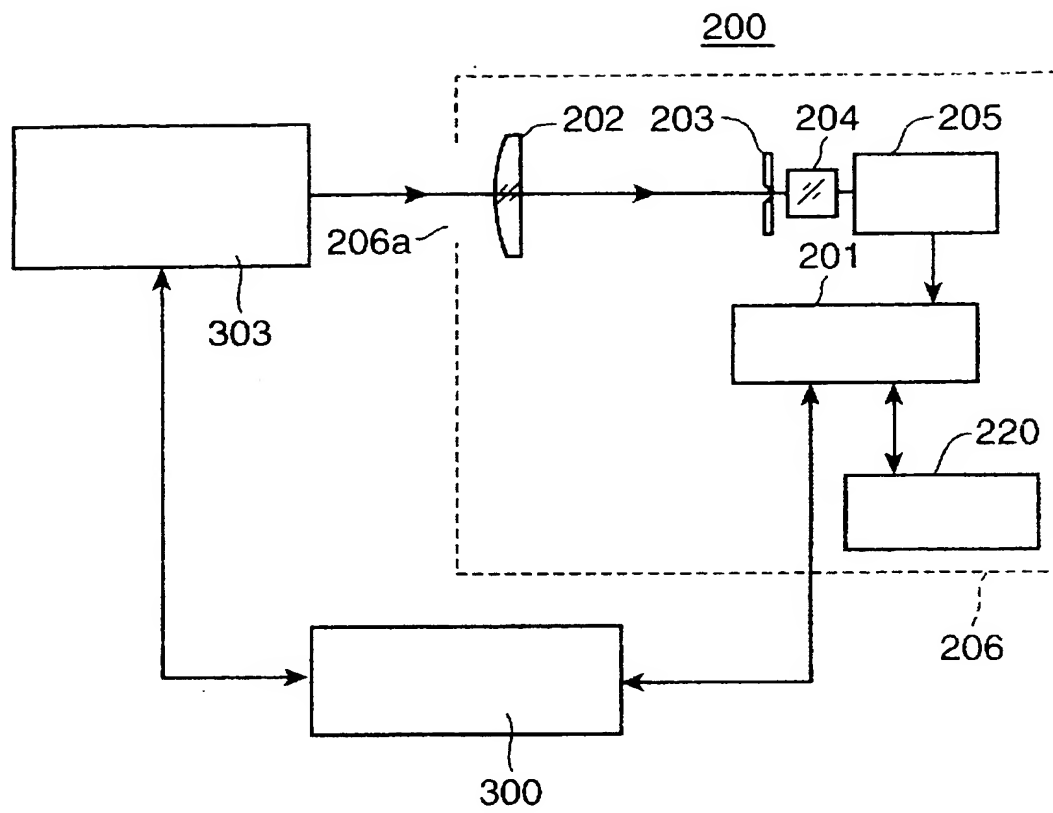
【図 5】



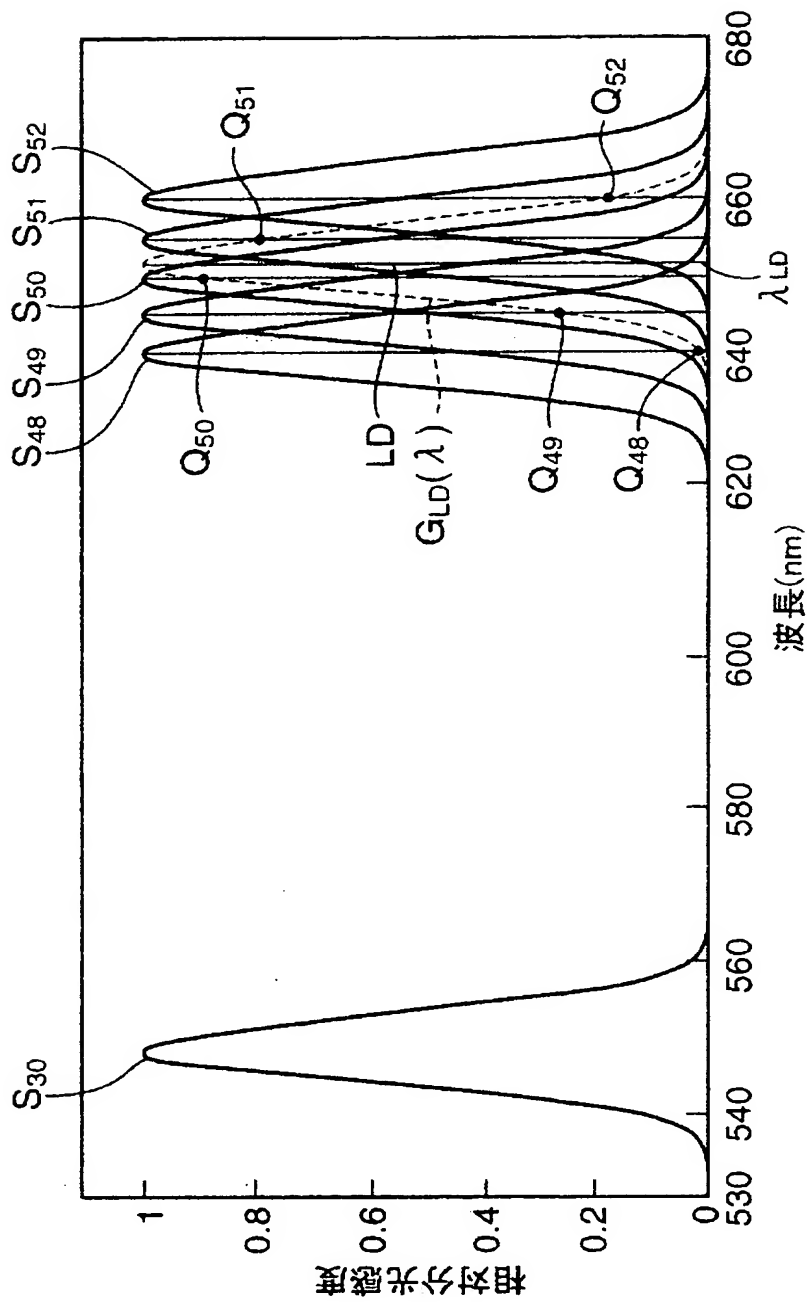
【図 6】



【図 7】

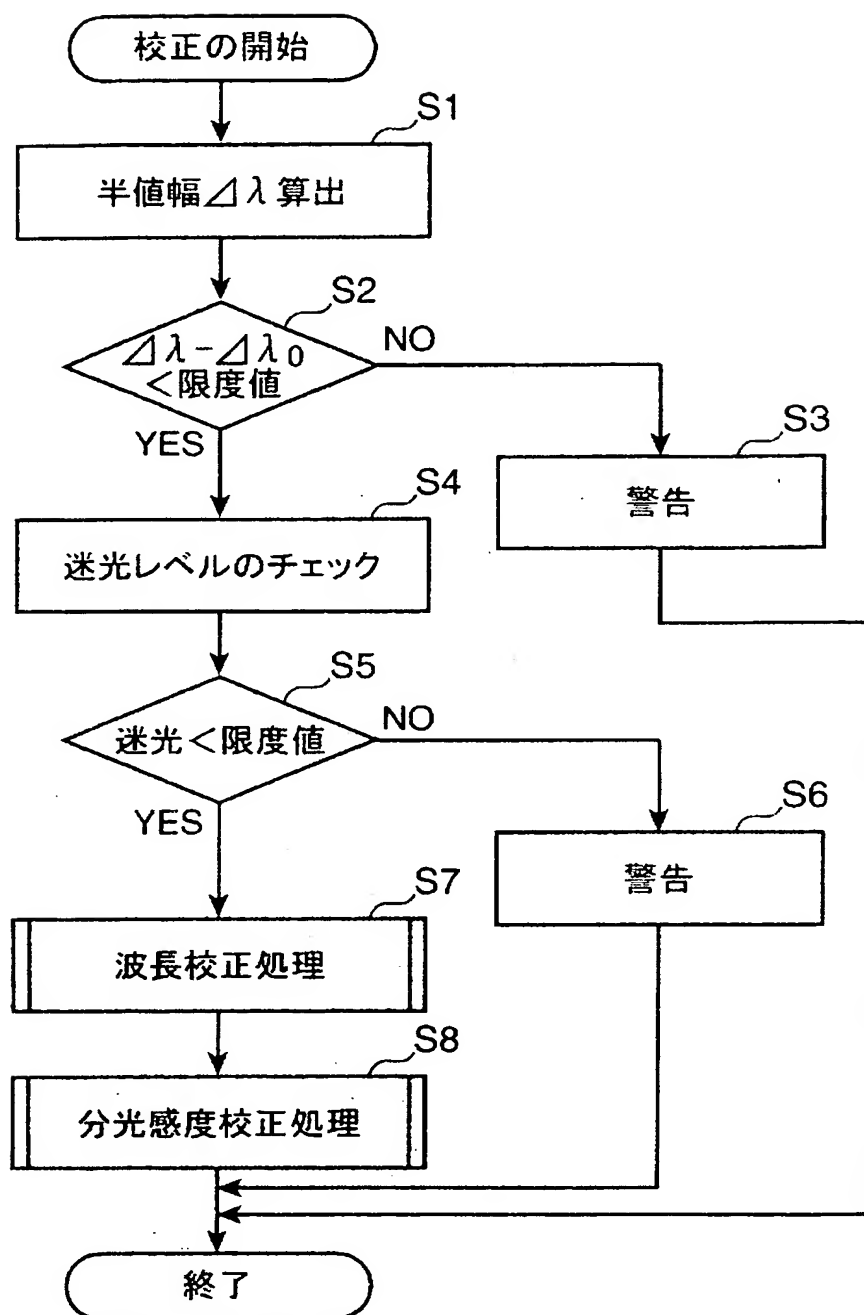


【図 8】

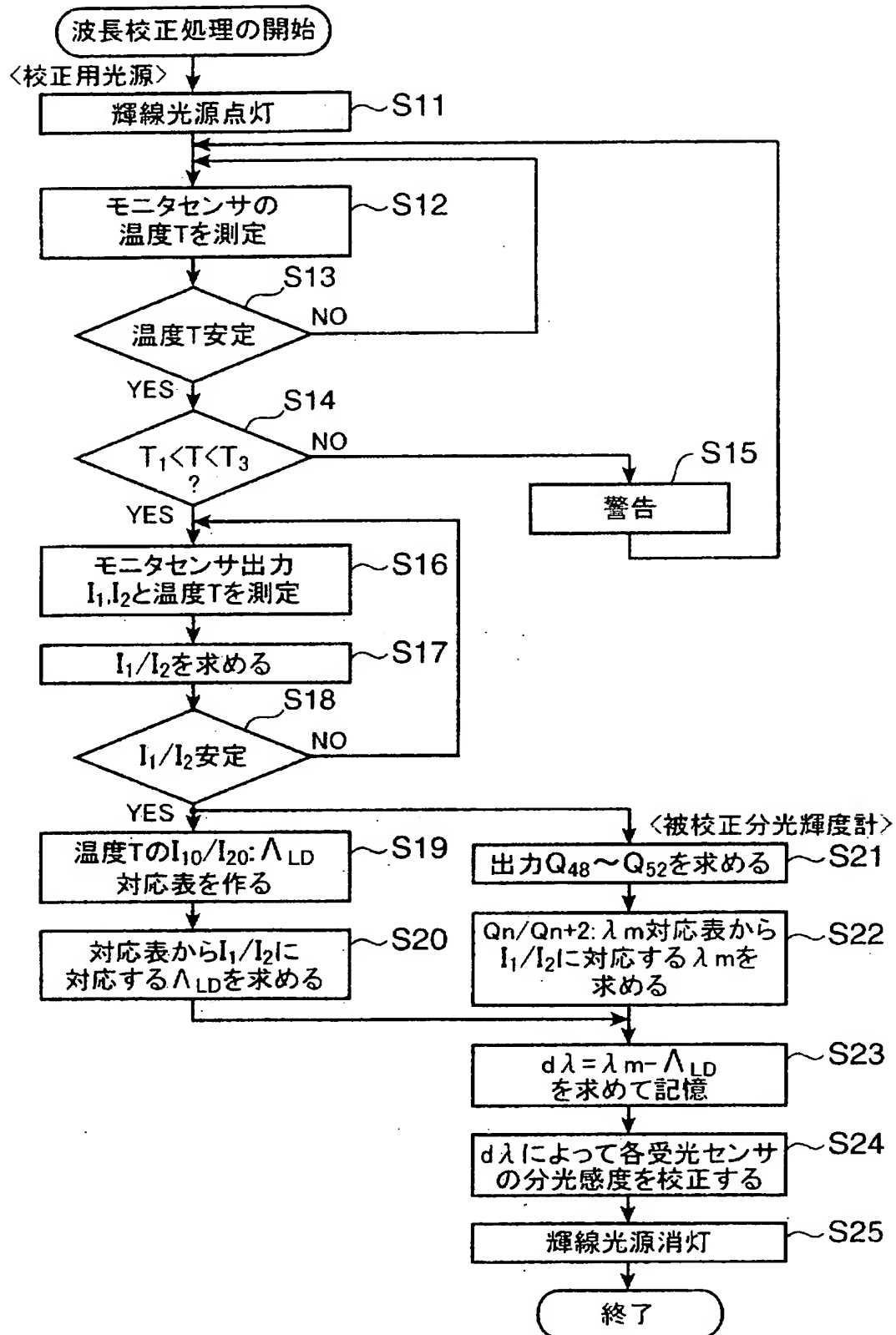




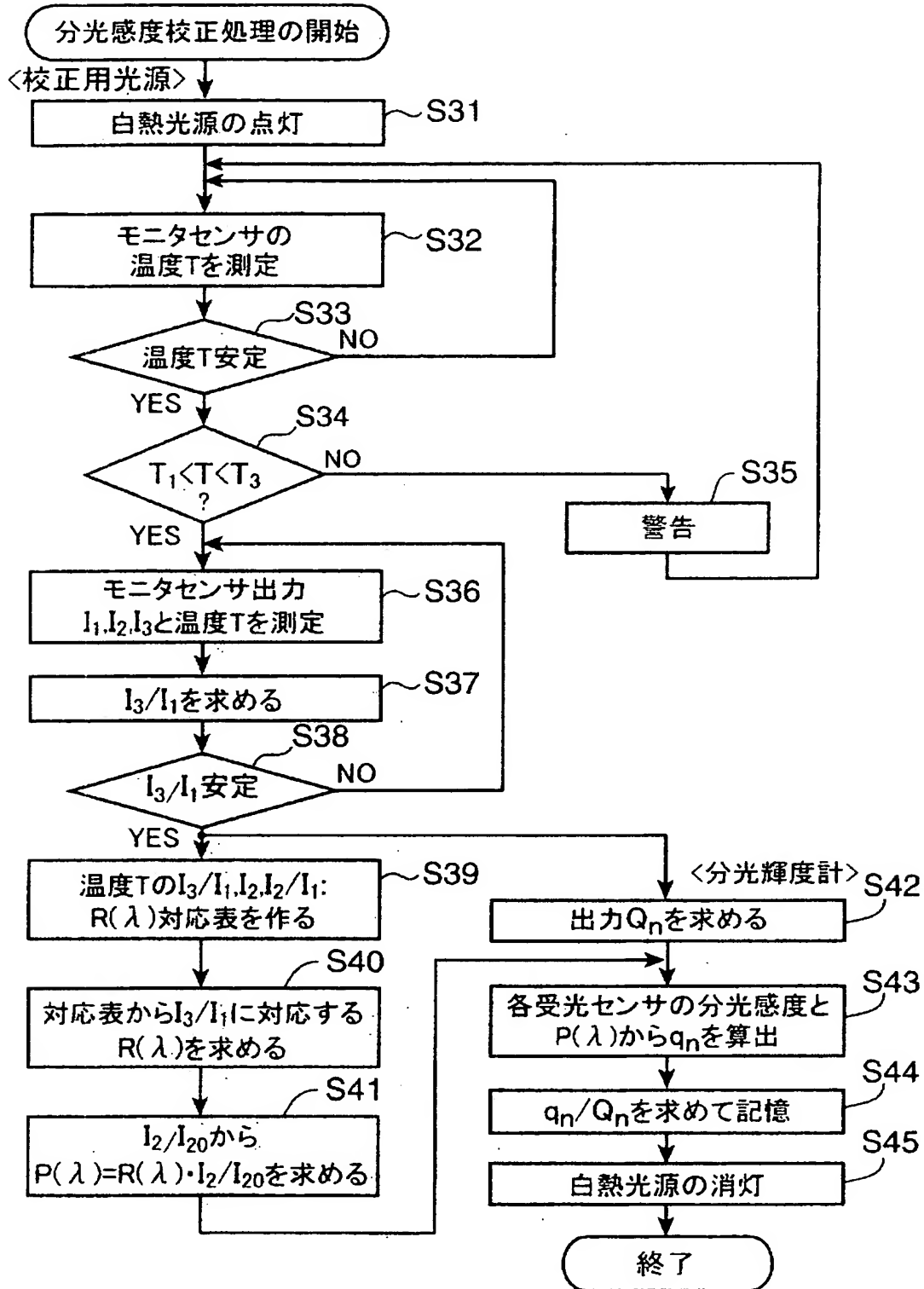
【図 9】



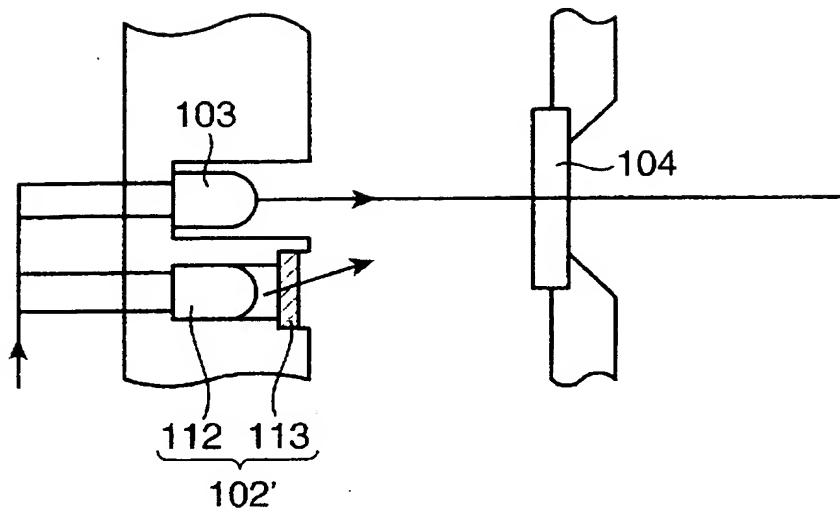
【図10】



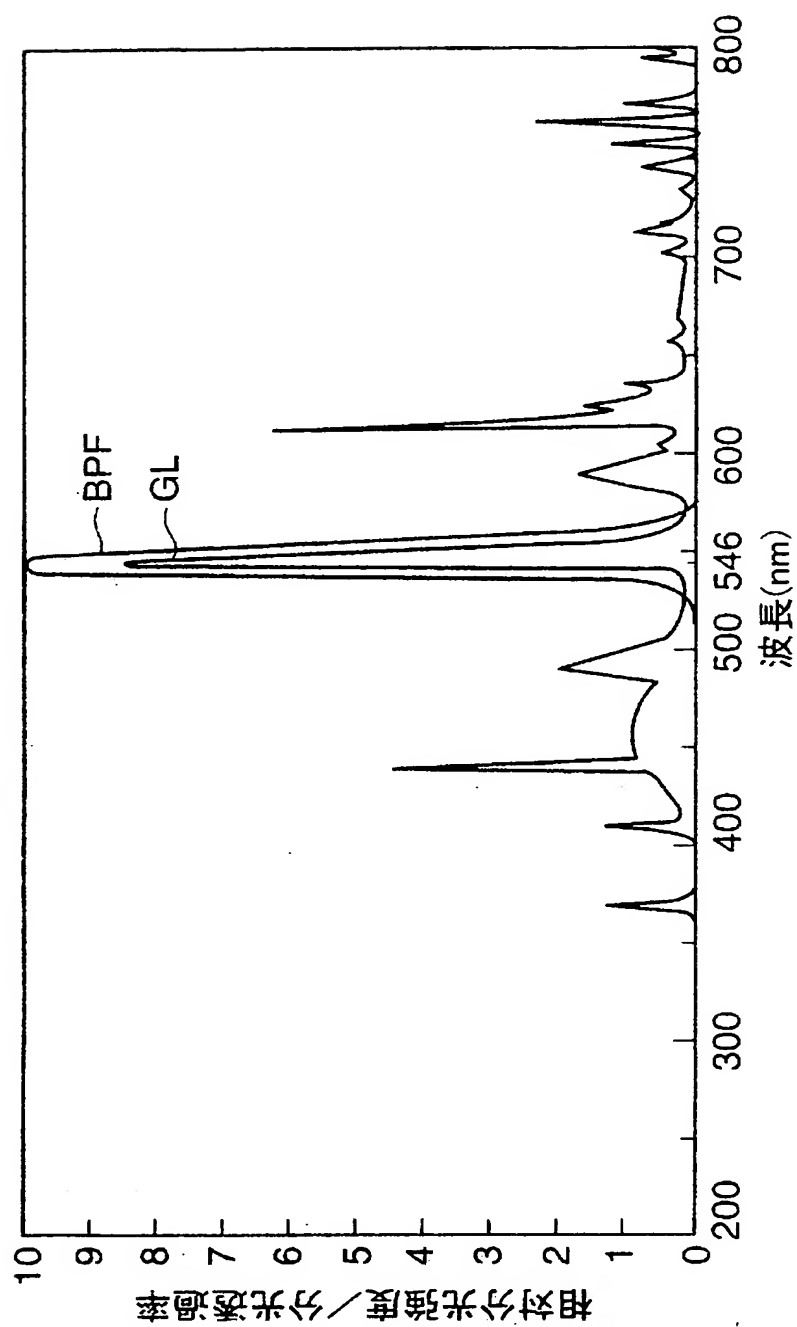
【図 11】



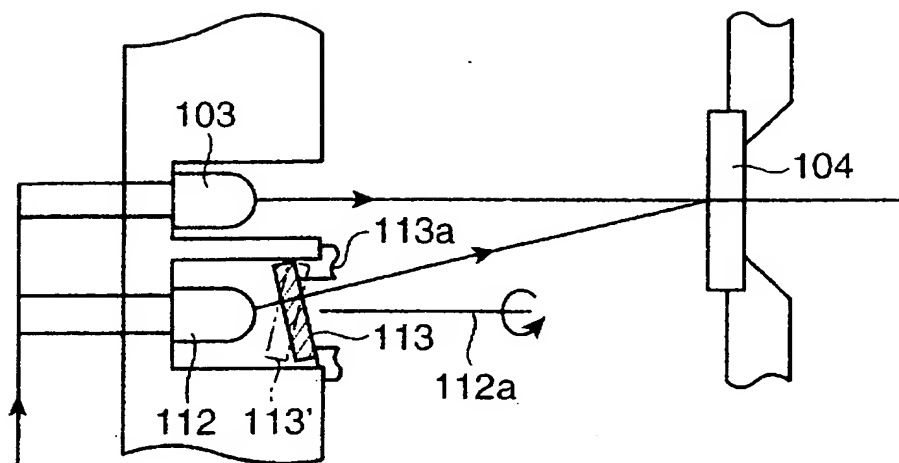
【図 12】



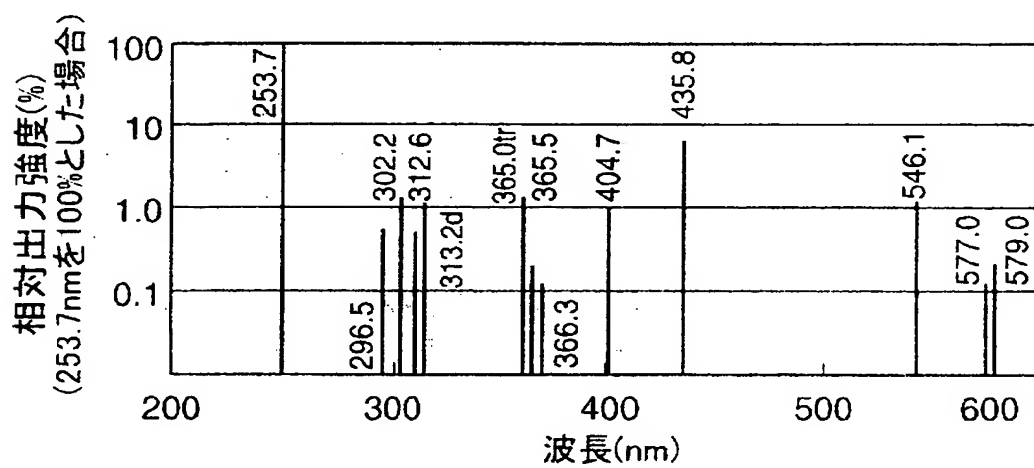
【図 13】



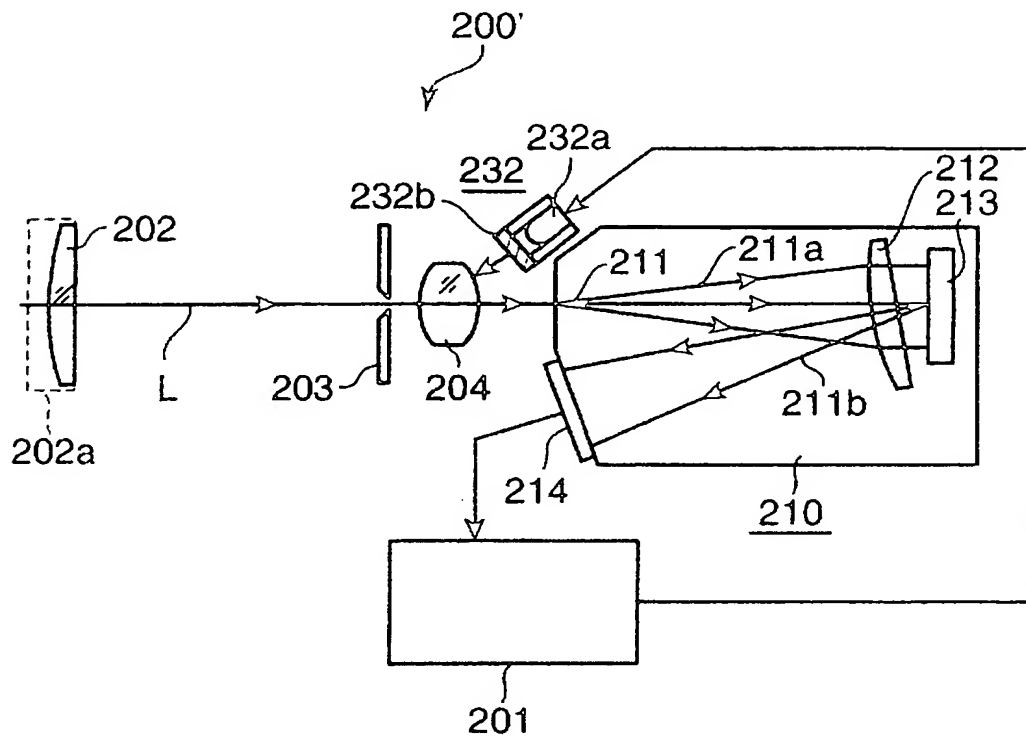
【図 14】



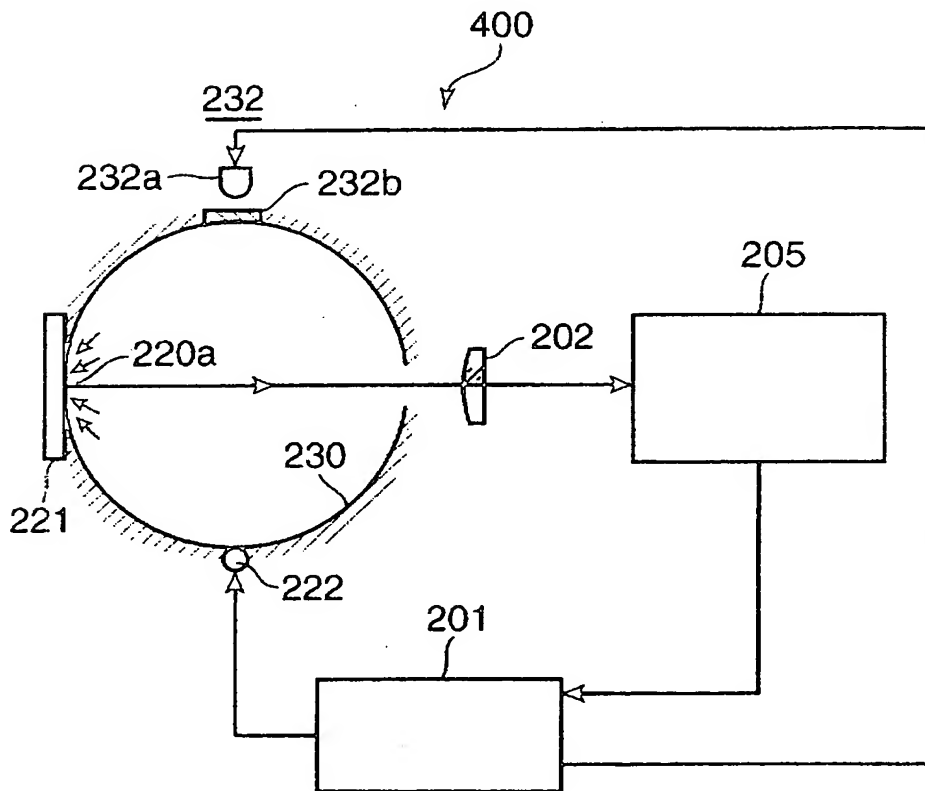
【図 15】



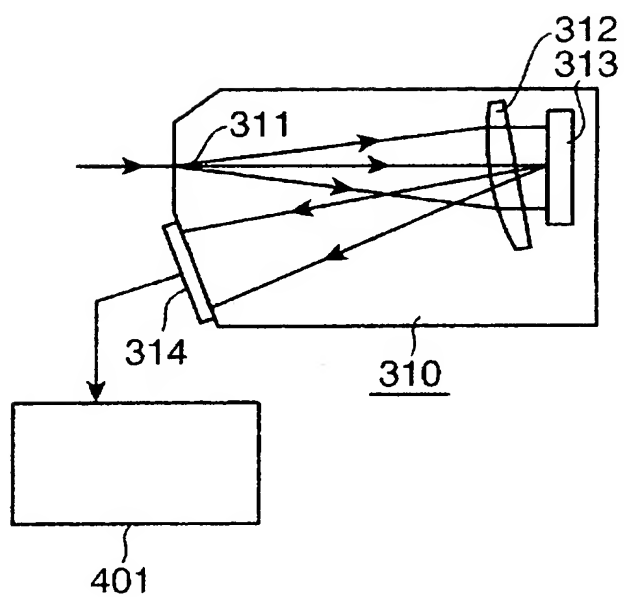
【図 16】



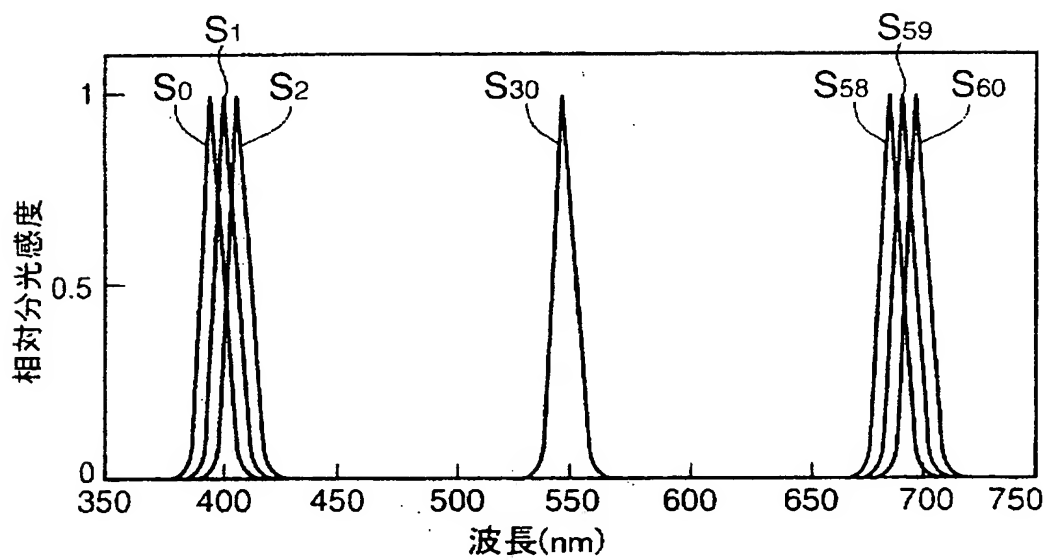
【図 17】



【図 18】



【図 19】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 分光輝度計の波長及び感度の校正をユーザ側で行うことができる分光輝度計の校正システムを提供する。

【解決手段】 校正用光源 1 0 0 は既知の輝線波長の輝線を出力し、被校正分光輝度計は、校正用光源の輝線出力を測定し、システム制御部 3 0 0 は、被校正分光輝度計 2 0 0 が校正用光源 1 0 0 の輝線出力を測定した場合に、輝線波長に隣接する複数の測定波長における受光部 2 0 5 からの出力比から輝線出力の波長を推定し、推定した輝線出力の波長と既知の輝線波長との差から波長変化量を推定して被校正分光輝度計 2 0 0 を波長校正する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 0 1 7 2 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 7 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中心区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル

氏 名

ミノルタカメラ株式会社

2 . 変更年月日

1 9 9 4 年 7 月 2 0 日

[変更理由]

名称変更

住 所

大阪府大阪市中心区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル

氏 名

ミノルタ株式会社